Ärftlig variation
i plantutveckling hos tall
(Pinus silvestris L.)

Genetic Variation
in Seedling Development of Scots Pine

av

GUSTAF HADDERS

Uppsala 1963

Ärftlig variation
i plantutveckling hos tall
(Pinus silvestris L.)

Genetic Variation
in Seedling Development of Scots Pine

AKADEMISK AVHANDLING

som med tillstånd av matematisk-naturvetenskapliga fakulteten
vid Uppsala Universitet för vinnande av filosofie doktorsgrad
framlägges till offentlig granskning å lärosalen,
institutionen för genetik och växtförädling, Uppsala 7
fredagen den 17 mars 1967 kl. 10 f.m.

av

GUSTAF HADDERS

Filosofie licentiat

UPPSALA 1967
Akademisk Maskinskrift

Ärftlig variation i plantutveckling hos tall *(Pinus silvestris L.)*

Genetic Variation in Seedling Development of Scots Pine

av

GUSTAF HADDERS

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN

INNEHÅLLSFÖRTECKNING Sid.

FÖRORD 4

KAP. 1. INLEDNING 5

KAP. 2. MATERIAL OCH METODIK 11

2.1. Fröets ursprung 11
2.2. Kott- och fröurvalsförfarande 15
2.3. Metodik vid bestämning av fröets egenskaper .. 16
2.4. Försökens anordning 18
2.4.1. Ultuna, avkommor efter fri avblomning. Plantutveckling under 1:sta året 18
2.4.2. Ultuna, avkommor efter fri avblomning. Plantutveckling efter två vegetationsperioder 19
2.4.3. Ultuna, avkommor efter fri avblomning. Tillväxt i längd under 5:e året 21
2.4.4. Ultuna, avkommor efter kontrollerade korsningar 22
2.4.5. Spikhammarmon och Grasmorberget, avkommor efter fri avblomning 23
2.5. Matematisk statistisk behandling av försöksresultat 24

KAP. 3. VARIATION I FRÖKVALITET 25

3.1. Tomfröfrekvens 25
3.2. Det matade fröets embryo- och endospermkvalitet 29
3.3. Frövikt 34
3.4. Sammanfattande tolkning av resultaten 46

KAP. 4. FRÖVIKTENS INFLYTANDE PÅ TILLVÄXTEN UNDER 1:STA VEGETATIONSPERIODEN FÖR FRÖ AV SAMMA EMBRYO- OCH ENDOSPERMKVALITET 50

4.1. Inflytande på hypokotylens och epikotylens tillväxt 52
4.2. Inflytande på rotsystemets utveckling 58
4.3. Sammanfattande tolkning av resultaten 59

KAP. 5. JÄMFÖRELSE MELLAN AVKOMMEGRUPPER AVSEENDE TILLVÄXT I TIDIGT PLANTSTADIUM 61

5.1. Avkommegrupper efter fri avblomning i olika pollenmiljöer 61
5.2. Avkommor efter kontrollerad korsning 63
5.3. Sammanfattande tolkning av resultaten 71

KAP. 6. UNDERSÖKNING AV SAMBAND MELLAN PLANTANS UTVECKLING UNDER 1:STA VEGETATIONSPERIODEN OCH TILLVÄXT I LÄNGD UNDER 5:E ÅRET 73

6.1. Test A: Individuella skillnader 73
6.2. Test B: Skillnader mellan avkommor av olika moderträd 76
6.3. Sammanfattande tolkning av resultaten 80

KAP. 7. JÄMFÖRANDE KLON- OCH AVKOMMESTUDIER AVSEENDE TILLVÄXT 82

KAP. 8. DISKUSSION 91

SUMMARY IN ENGLISH 97

LITTERATURFÖRTECKNING 103

BILAGOR 109

FÖRORD

Till Föreningen Skogsträdsförädlings centralstyrelse och styrelsen för mellersta distriktet vill jag härmed framföra mitt vördsamma tack för att tillfälle beretts mig att genomföra denna undersökning inom Föreningens ordinarie arbetsprogram.

För bestridande av vissa kostnader för fältarbetet och för bidrag till tryckning av avhandlingen har jag erhållit anslag ur Fonden för skoglig forskning.

Genom välvilligt tillmötesgående av Svenska Cellulosa AB har material och försöksmark kunnat erhållas. Mycket värdefull hjälp har härvid lämnats mig av skogsförvaltare Allan Åhgren i SCA. Skogsrättare Vitalis Carlberg, SCA, har i stor utsträckning hjälpt mig med insamling av material och med mätningar av olika slag. Plantskoleföreståndare Yngve Larsson, SCA, har vid olika tillfällen biträtt vid fältarbetet.

Mycket värdefullt stöd vid genomförandet av undersökningen har jag fått av professor Axel Nygren vid institutionen för genetik och växtförädling, Uppsala 7 och docent Tore Arnborg, f.d. verkställande direktör för Föreningen Skogsträdsförädling, numera verksam i FAO.

Mycket betydelsefulla råd har jag fått genom att ha haft förmånen att få diskutera olika avsnitt av arbetet med docent Marianne Rasmuson och professor James Mac Key vid institutionen för genetik och växtförädling, Uppsala 7, laborator Milan Simak och laborator Enar Andersson vid institutionen för skogsgenetik vid Skogshögskolan samt med docent Paul Seeger vid Statistiska institutionen, Uppsala Universitet.

Mycket stor hjälp har jag erhållit av laborator Milan Simak och fru Marianne Simak i samband med röntgenfotografering och klassificering av fröet.

Herr Peeter Koskel vid Statistiska institutionen har utfört räknearbeten. Fru Britt-Marie Gustafsson har hjälpt mig med olika slag av skrivarbeten. Fröken Ulla Bergström har renritat samtliga diagram. Kamrer Wilhelm Alsér har gjort utskrift av manuskriptet för offsettryck. Mr. Neil Tomkinson har översatt tab.- och fig.-text samt sammanfattning till engelska.

Till alla här nämnda och till övriga som på olika sätt bistått mig framför jag ett varmt tack.

Uppsala i februari 1967

Gustaf Hadders

KAPITEL 1

Inledning. - Populationer av korsbefruktare, till vilken tallen hör, består av genotypiskt olika individ, som är heterozygota för ett stort antal arvsanlag. De kvantitativa egenskaperna, såsom exempelvis trädens virkesproduktion, betingas av många likverkande (polymera) gener. Varje individ påverkas som bekant också av en mängd miljöfaktorer av mycket skiftande slag. På skogsmarken, som oftast är heterogen avseende bl.a. mineralsammansättning, vattenförhållanden, humustillstånd och kväveomsättning, kommer träden redan från plantstadiet att erhålla skilda livsvillkor. Under deras kanske 100-åriga levnad sker i beståndet förändringar av konkurrens- och övriga miljöförhållanden, varvid vissa gynnas och andra missgynnas. Härigenom uppstår svårigheter att bedöma i vilken grad iakttagbara skillnader mellan träden är en effekt av olikheter i genetisk konstitution. Att det är möjligt uppspåra träd med goda anlagsuppsättningar har dock kunnat påvisas, men ett individ- eller massurval kan förväntas infria önskad urvalseffekt i högst varierande grad, bl.a. beroende på populationens sammansättning och vilken egenskap det är fråga om. Selektionsvinsten (se LERNER, 1958; RASMUSON, 1960; FALCONER, 1960; WILLIAMS, 1964) är beroende av de krav man ställer på fenotypens överlägsenhet (selektionsintensiteten) och graden av materialets ärftlighet (heritability).

Genotypiskt betingade skillnader i utvecklingstendenser hos avkommor av tall har kunnat fastställas. Som exempel kan nämnas, att samband påvisats mellan kvoten höjd/brh.diam. hos moderträden och avkommans medelhöjd vid 10 års ålder efter fri avblomning (NILSSON, 1958). EKLUNDH EHRENBERG (1963) har belyst den ärftliga variationen i 10-åriga avkommeförsök och bl.a. kunnat konstatera, att avkommor efter korsningar mellan plusträd[x)] (fenotypiska plusvarianter) i ett flertal egenskaper utvecklats

---

x) Rakstammiga och fingreniga, ej bredkroniga eller spärrvuxna träd med god kvistfällningsförmåga, som ha avsevärt större höjd och (eller) diameter än kringstående likåldriga och i övrigt jämförbara träd. De skola vara friska och således icke angripna av parasiter såsom törskate eller stamkräfta. (Kungl. Skogsstyrelsen, 1950.)

bättre än avkommor efter korsningskombinationerna plusträd x minusträd och minusträd x minusträd (minusträd = fenotypiska minusvarianter).

Genom studier av kloner under samma växtbetingelser kan man för ett flertal egenskaper, såväl kvalitativa som kvantitativa, demonstrera den ärftliga mångfalden. Man kan också studera klonens reaktionsnorm teoretiskt sett i ett obegränsat antal olika miljöer och därvid belysa miljöns och genotypens roll för individens utveckling.

För skogsträdens del har studier av vitt skilda egenskaper utförts på kloner under likartade yttre betingelser. Som pionjärarbete inom detta område kan man räkna "Estimation of the genotype in forest trees" av C. SYRACH LARSEN (1947). Klonprövningens genomförande och betydelse har härtill mer allmänt behandlats av bl.a. ANDERSSON (1951) och SYRACH LARSEN (1956).

Hos tallen har klonskillnader exemplifierats avseende en rad egenskaper av vägledande betydelse för urvalet. Här kan nämnas höjdtillväxt (NILSSON, 1956), vedens volymvikt (ERICSON, 1960 och 1961), grenvinkel, grengrovlek och antal grenar per varv (NILSSON, 1956), grenvinkel och grenlängd (ARNBORG och HADDERS, 1957), krondiameter, grendiameter och grenvinkel (JOHNSSON, 1965) samt sjukdomsresistens (BERGMAN, 1953; KLINGSTRÖM, 1963; HÜPPEL och KLINGSTRÖM, 1964). Vidare föreligger uppgifter om signifikanta klonskillnader avseende pollenlängd och pollenbredd (ANDERSSON, 1954). Terminalknoppens form och storlek i förhållande till lateralknopparna samt barrens utseende är andra exempel på klonbundna egenskaper (ARNBORG och HADDERS, 1957).

Beträffande kott- och fröegenskaper har skillnader mellan tallkloner på samma växtplats kunnat fastställas (JOHNSSON, KIELLANDER och STEFANSSON, 1953; SIMAK och GUSTAFSSON, 1954; EHRENBERG, GUSTAFSSON, PLYM FORSHELL och SIMAK, 1955; HADDERS och ÅHGREN, 1958; JOHNSSON, 1961).

Olika kloner uppvisar under likartade yttre betingelser varierande förmåga att blomma och sätta kott (JOHNSSON, KIELLANDER och STEFANSSON, 1953; HADDERS och ÅHGREN, 1958; JOHNSSON, 1961). I det för undersökningen aktuella klonarkivet i

Nedansjö uppenbarade sig redan ett par år efter planteringen klonskillnader i honblomningsintensitet, som fortfarande, 16 år efter planteringen, är bestående (HADDERS, 1965).

Påtagliga individuella reaktionsnormer i olika egenskaper har således demonstrerats på försöksfälten. På vissa, såsom exempelvis fröets form och andra frödetaljer (se SIMAK och GUSTAFSSON, 1954) samt vedens volymvikt och grenvinkel, synes genotypen ha ett mycket starkt inflytande. Flertalet egenskaper hos tallen framstår dock som i hög grad modifierbara. Sålunda framgår exempelvis av ovan citerat arbete av JOHNSSON (1965), som behandlar utvecklingen hos ett klonmaterial av tall på olika växtplatser, att vid "drastiskt stora miljöskillnader och tämligen likartade ursprungsträd till klonerna" miljön framträtt såsom en "över genotypen dominerande variationsorsak" avseende höjdtillväxt, relativ kronvidd, formtal och relativ grengrovlek men ej i fråga om grenvinkel. Samtidigt konstateras "att skillnader i den ärftliga konstitutionen kunna påvisas även mellan ett fåtal individ, som vare sig fenotypiskt eller i proveniens-hänseende avvika från varandra på något påfallande sätt, och att dessa skillnader träda i dagen även om miljön varieras starkt och därmed får ett betydande inflytande".

Genom samverkan mellan den s.k. kombinationsvariationen och det naturliga urvalet har hos tallen en ärftlig anpassning till växlande miljöförhållanden ägt rum. Härvid har regionala temperaturförhållanden och daglängd (latitud) kunnat påvisas ha inflytande (se bl.a. LANGLET, 1936 och 1944). Denna differentiering, som kan avläsas i en serie proveniensförsök, är av stor betydelse vid valet av skogsodlingsmaterial (LANGLET, 1936).

Särskild uppmärksamhet har länge varit riktad på materialets härdighet. Nyligen redovisade resultat ger anledning att ytterligare understryka betydelsen av denna egenskap vid proveniensvalet (se bl.a. EICHE, 1966).

För i klimathänseende speciellt utsatta områden, såsom exempelvis inre Norrlands höjdlägen, har STEFANSSON (1965) klart visat fördelar av att välja provenienser norr om och icke söder om odlingslokalen. Av största intresse i detta sammanhang är uppgifter i sistnämnda arbete, att förflyttningen söderut

icke inneburit minskad tillväxt. Stefansson har i vissa kulturer efter 10 resp. 11 vegetationsperioder till och med kunnat påvisa att det föreligger samband mellan tilltagande plantlängd och förflyttning söderut.

I syfte att successivt åstadkomma en förbättring av skogsodlingsmaterialets egenskaper ur ärftlig synpunkt har särskilda anläggningar (fröplantager, clonal seed orchards) för produktion av skogsfrö tillkommit (se bl.a. JENSEN, 1942 och 1954; LINDQUIST, 1946; ARNBORG, 1948, 1958 och 1960; JOHNSSON, ANDERSSON och STEFANSSON, 1950; ARNBORG och HADDERS, 1953; ANDERSSON, 1958 och 1960; GUSTAFSSON, 1962; ARNBORG och JOHNSSON, 1963; PLYM FORSHELL, 1963). I dessa fröplantager produceras frö efter spontan samkorsning mellan ympträd av efter höga krav utvalda plusträd företrädesvis inom den fröförsörjningszon, som plantagefröet skall betjäna (ANDERSSON, 1966 m.fl.). Förutom plusträdsplantager har proveniensplantager, i vilka klonerna representerar två eller flera provenienser, samt enstaka artkorsningsplantager anlagts.

En av de angelägnaste åtgärderna är att genom avkommeprövning fastställa utvalda plusfenotypers värde som föräldraträd. Avkommeprövningen inkluderar bedömning av såväl allmänna som specifika kombinationseffekter med ledning av testfamiljer i upprepade försök och efter olika korsningssystem (se ANDERSSON, GUSTAFSSON, JOHNSSON, 1951; ANDERSSON, 1960; HINKELMAN, 1960; KEMPTHORNE och CURNOW, 1961; JOHNSSON, 1963 och 1964; STERN, 1964). Dikterad av tallens långa omloppstid och den likaledes långa tiden mellan groning och frösättning, kommer avkommeprövningen avseende tillväxtegenskaper av vad man nu kan bedöma att fordra en försöksuppläggning, som möjliggör studier av avkomman under flera decennier. Frågan om försöksperiodens längd torde kunna besvaras först efter det ökade kunskaper erhållits om sambandet mellan tillväxt i plant- och ungdomsstadiet och tillväxt i äldre utvecklingsskeden. Snabb ungdomstillväxt kan förbytas i svag tillväxt under senare stadier, liksom i början svagväxande individ i äldre utvecklingsstadier kan demonstrera god tillväxt. En extrapolering av tillväxtkurvorna under plant- och ungdomsstadierna torde icke kunna ligga till grund för en tillförlitlig

bedömning av skillnader när träden nått mogen ålder. Enligt MATERN (1959) krävs informationer avseende tillväxtförloppet under en period, som upptar en väsentlig del av totala omloppstiden.

Även om man således måste förvänta att en tillförlitlig bestämning av föräldraträdens avelsvärde avseende tillväxtegenskaper först kan utföras av resultat erhållna i försök av utpräglad långtidskaraktär, är det av flera skäl betydelsefullt att klarlägga den ärftliga variationen i tidiga utvecklingsskeden av livscykeln. Förutom att man härigenom kan få upplysningar om föryngringsmaterialets tillväxtegenskaper under kulturens första år, vilket i och för sig är värdefullt, möjliggöres bl.a. en bestämning av korrelationen mellan i tidigt utvecklingsskede erhållen tillväxtvariabel och tillväxten i senare stadier samt undersökning av samband mellan moderträd och deras avkommor.

I huvudsak avseende olika provenienser har genom dylika s.k. frühtestundersökningar ärftliga skillnader kunnat påvisas för olika egenskaper hos skogsträden. Här kan bl.a. hänvisas till en publikation i "DER ZÜCHTER", - "Die Frühdiagnose in der Züchtungsforschung" redigerad av H. STUBBE och W. SCHMIDT (1957) - , i vilken ett flertal resultat redovisas och där frühtestens problematik och möjligheter mer ingående behandlas av W. SCHMIDT (1957). Även beträffande grupper av avkommor eller individ av samma population har olika frühtestmetoder utvecklats och prövats (se bl.a. SCHRÖCK och STERN, 1953; SCHRÖCK, 1964).

Sin väsentligaste och mest angelägna uppgift har frühtester i betydelsen av bestämning av korrelationens styrka mellan en egenskap hos individen i tidigt utvecklingsskede och utvecklingen i senare stadier. Tillförlitligheten av korrelationsberäkningar avseende tillväxtegenskaper torde bl.a. sammanhänga med i vilken grad man lyckas eliminera olika faktorers modifikativa inflytande på initialtillväxten. Av dylika faktorer är det främst fröets vikt eller storlek som uppmärksammats. Detta inflytande är allmänt känt och verifierat i ett flertal undersökningar (se bl.a. BUSSE, 1913; ENANDER, 1946; ROHMEDER, 1939, ROHMEDER och SCHÖNBACH, 1959).

Syftemålet med här framlagda undersökning är i huvudsak att belysa fröviktsvariationens storlek och dess orsaker i ett klonmaterial av tall samt utnyttja denna variation för studier av avkommors individuella reaktionsnormer i förhållande till frövikten. Den experimentella delen av undersökningen kännetecknas främst av att testmaterialets frö är känt till sin embryo- och endospermkvalitet i morfologiskt avseende. Detta har kunnat genomföras med hjälp av röntgenfotografering av fröet efter en av M. SIMAK och Å. GUSTAFSSON (1953 a, 1953 b, 1953 c) introducerad metodik.

KAPITEL 2

MATERIAL OCH METODIK

2.1. Fröets ursprung. - Genom att utnyttja klonat material (ympträd) har observationer av moderträdets frökvalitet och avkomma kunnat upprepas i olika avblomningsmiljöer. Med avblomningsmiljö avses här dels olika avblomningslokaler, dels olika avblomningsår inom samma lokal. Klonernas ursprungsträd representeras av plusträd. Med undantag av klon Z 4005, vars ursprungsträd icke med säkerhet kunnat fastställas, framgår klonernas härstamningslokaler av fig. 1 och av nedanstående uppgifter:

KLON Clone	LAT. Latitude	LONG. Longitude	m ö.h. Altitude m a.s.l.	KLON Clone	LAT. Latitude	LONG. Longitude	m ö.h. Altitude m a.s.l.
Z 4018	63°12	2°07 W	225	Z 4007	62°48	4°52 W	600
Z 4019	63°12	2°07 W	225	Z 4008	62°48	4°52 W	675
Y 4014	62°25	2°40 W	275	Z 4010	62°48	5°09 W	675
Z 4022	62°47	1°39 W	325	Z 4011	62°48	5°09 W	700
Z 2017	62°22	3°20 W	350	Z 4012	62°49	5°05 W	675
Z 4006	62°48	4°35 W	600	Z 4013	62°49	5°05 W	675

Ympträden är planterade i särskilda observationskvarter (klonarkiv) i Nedansjö (lat. 62°23; long. 1°12; m ö.h. 70) och i Moviken (lat. 61°56; long. 1°24; m ö.h. 45).

2.1.1. Klonarkivet i Nedansjö, tillhörande Svenska Cellulosa AB, är beläget ca 25 km väster om Sundsvall. Ympträden är alla av samma ålder, framställda 1946, och planterade 1949 med 3 m avstånd mellan klonraderna och 3 m mellan ympträden i raden. Ympunderlaget utgöres av Pinus silvestris med undantag för klon Z 2017, som är ympad på Pinus montana. Träden har fått växa upp utan yttre ingrepp av något slag. Marken, en tidigare brukad åker, har hållits ogräsfri. Klimatet kan ur blomnings- och frö-

Fig. 1. URSPRUNGSTRÄDENS (|), KLONARKIVENS (□) OCH FÄLTFÖRSÖKENS (△) BELÄGENHET.
The locality of the original trees (|), the clone archives (□) and the field experiments (△).

utmognadssynpunkt betecknas som mycket gynnsamt. I Nedansjö har Svenska Cellulosa AB anlagt en tallfröplantage, vars äldsta del gränsar intill klonarkivet, men är avskild från detta med en granhäck. Inom det äldsta området av fröplantagen återfinnes flertalet av de kloner, som förekommer i arkivet. En del av ympträden är likåldriga med klonarkivets ympar. I kringliggande skogsbestånd är tallen avverkad och beståndena utgörs företrädesvis av gran. Till närmaste rena tallbestånd är det ca 1 km. Ympträdens ålder var vid 1:sta undersökningsåret (kotturvalet i november 1957) 12 år. Längden varierade mellan 3 m och 6 m. Trädkronorna var relativt breda hos flertalet kloner, där enstaka grenar tangerade varandra. Honblomningen var betydligt överlägsen hanblomningen. Kottproduktionen varierade detta år från 5,8 kottar per ympträd för klon Z 4007 till 202,0 kottar per ympträd för klon Y 4014 (se HADDERS och ÅHGREN, 1958).

Av registrerade klonegenskaper har bl.a. kottproduktionen visat stark klonbundenhet, vilket här nedan exemplifieras av de kloner, vars ursprungsträd härstammar från höjdlägen mellan 600–700 m ö.h. och som är representerade med 5 ympträd per klon i arkivet i Nedansjö. Man kan dessutom konstatera, att kottskörden för här undersökta tidsperiod ökar med ökad ålder samtidigt som en markant årsvariation framträder.

KLON Clone	ANTAL KOTTAR PER YMPTRÄD Number of cones per graft x)					
	1954	1955	1956	1957	1958	1959
Z 4012	16	32	28	134	95	334
Z 4010	1	16	8	123	54	320
Z 4006	0	8	3	164	23	231
Z 4013	3	17	7	94	27	200
Z 4011	0	3	4	32	12	155
Z 4007	0	1	1	6	2	123

Hanblommorna uppträder huvudsakligen på grenar i de nedersta grenvarven. Några uppgifter om antalet föreligger icke för den aktuella undersökningsperioden 1956–1959, men att döma av en

x) grafted tree

registrering 1954 (se ARNBORG och HADDERS, 1957) påbörjades hanblomningen hos vissa kloner vid yngre ympålder än hos andra. Antalet hanblommor per ympträd varierade från ±0 hos några kloner till högst 16,8 hos klon Z 4010.

Observationskvarterets klonsammansättning, planteringsmodell, förband och ovan beskrivna läge ur pollineringssynpunkt innebär, att den enskilda klonens honblommor kan ha pollinerats med sitt eget pollen, med pollen från kloner av samma ursprungslokal och med pollen från kloner eller bestånd, representerande provenienser från skilda höjdlägen.

Klonmaterialet har utnyttjats för undersökning av kottproduktion, fröutbyte, fröets embryo- och endospermkvalitet samt frövikt. Avkommorna i fältförsöket på Spikhammarmon (lat. 62°34; long. 0°40 V; m ö.h. 10) och vid Grasmorberget (lat. 62°47; long. 4°49 V; m ö.h. 600) har uppdragits av frö från klonarkivet liksom även avkommor av vissa försöksled i försöket i Ultuna (lat. 62°49; long. 0°26 V; m ö.h. 20).

2.1.2. Klonarkivet i Moviken, tillhörande AB Iggesunds Bruk, är beläget 32 km NV Hudiksvall. Av Nedansjöklonerna återfinnes 5 st. i detta arkiv, som i övrigt upptar kloner med ursprungsträd från lat. 61°11 till lat. 62°22 och höjdlägen mellan 230 m ö.h. och 350 m ö.h. Ympträd av försöksklonerna är framställda 1946 och inplanterade i arkivet 1950. Avståndet mellan klonraderna är 4 m och mellan ympträden i raden 3 m. De har i likhet med Nedansjöklonerna icke varit föremål för någon behandling, såsom exempelvis beskärning eller gödsling i blomningsstimulerande syfte. Klonarkivet ligger på en tidigare odlad mark, som i söder och väster gränsar intill lövskog. På mellan ½ till 1 km avstånd finnes rena tallbestånd, som kan förväntas ha bidragit med pollen vid den fria pollineringen. I omedelbar anslutning till arkivet är en tallfröplantage belägen, som vid tidpunkten för undersökningen likaledes kan ha bidragit med pollen.

Analogt med förhållandet i Nedansjö bedömes följaktligen försöksklonerna till en viss grad ha pollinerats med sitt eget

pollen, med pollen från mer eller mindre närbesläktade genotyper eller med pollen från lokalpopulationer.

2.1.3. I samband med pågående avkommeprövning av ovannämnda tallfröplantage i Moviken, tillhörande AB Iggesunds Bruk, har korsningsfrö av 12 kombinationer framställts. Av de i fröplantagen ingående 25 klonerna har 4 utvalts till moderkloner och 3 till faderkloner. Klonernas ursprungsträd är plusträd som härstammar från 2 olika bestånd enl. nedanstående:

MODERTRÄD Female parents	LAT. Latitude	LONG. Longitude	m ö.h. Altitude m a.s.l.	FADERTRÄD Male parents	LAT. Latitude	LONG. Longitude	m ö.h. Altitude m a.s.l.
Z 4403	62°05	3°09 W	300	Z 4402	62°05	3°09 W	300
Z 4404	62°05	3°09 W	300	Z 4405	62°05	3°09 W	300
X 4302	61°48	2°30 W	350	X 4300	61°48	2°30 W	350
X 4303	61°48	2°30 W	350				

Föräldrarna har kombinerats så att avkommegrupperna utgöres av korsningar såväl mellan som inom bestånden. Korsningarna har utförts enligt en inom skogsträdsförädlingen allmänt brukad metod, som innebär isolering av honblommorna i tidigt knoppstadium med plaströr och pollinering med en på speciellt sätt utformad "pollenspruta". Vid pollineringen har färskt pollen använts. Honblommans rätta utvecklingsstadium för isolering och pollinering framgår bl.a. i ett arbete av EKLUNDH EHRENBERG och SIMAK (1957) angående blomning och pollinering hos tall.

2.2. Kott- och fröurvalsförfarande. - För bestämning av tomfröfrekvens, det matade fröets embryo- och endospermkvalitet samt frövikt har stickprov slumpmässigt uttagits. De olika kottproven, ur vilka fröet utvalts, har dels utgjorts av total kottskörd från ympträden (efter avblomningsåren 1956 och 1957 i Nedansjö och 1958 i Moviken), dels av 50 slumpvis utvalda kottar

av klonens totala kottskörd (efter avblomningsåret 1958 i Nedansjö). Beträffande korsningsmaterialet har tomfröfrekvensen bestämts på allt frö av alla erhållna kottar i kombinationen.

I samtliga nämnda fall har totala antalet frön (tomma + matade) framklängts ur kottarna.

2.3. Metodik vid bestämning av fröets egenskaper. - Inom fröutvecklingens och frömorfologiens område har under 50-talet redovisats resultat, som belyser fröets embryo- och endospermkvalitet, dess starka påverkan av rådande klimatbetingelser och dess betydelse för fröets grobarhet och groningshastighet. Det som bidragit till en mer ingående kännedom om fröets utveckling är, som inledningsvis nämnts, utarbetandet av en metod att medelst röntgenfotografering av fröet bestämma dess egenskaper främst i morfologiskt avseende. Röntgenmetodiken är baserad på det förhållandet, att vid genomlysning av fröet absorberas röntgenstrålarna på olika sätt av olika frödelar, såsom fröskal, embryo och endosperm. Man kan härigenom på röntgenbilden studera embryo- och endospermutveckling och även upptäcka skador av olika slag. Metoden har beskrivits och tillämpats förutom i tidigare nämnda arbeten i ett flertal uppsatser, som behandlar tallfröets kvalitet (se PLYM FORSHELL, 1953; EHRENBERG, GUSTAFSSON, PLYM FORSHELL och SIMAK, 1955; SIMAK, 1955 b; EHRENBERG och SIMAK, 1956; GUSTAFSSON och SIMAK, 1956). Med hjälp av röntgenmetoden har bl.a. konstaterats att fröets embryoutveckling är av stor betydelse för fröets grobarhet (SIMAK och GUSTAFSSON, 1954) och groningshastighet (MÜLLER-OLSEN och SIMAK, 1954). Under förutsättning att fröet icke är fysiologiskt skadat, kan man med ledning av embryots och endospermets utvecklingsgrad beräkna grobarhetsprocenter hos fröprov. Enligt en av M. SIMAK (1957) beskriven metodik (röntgen-kontrastmetoden), vilken bl.a. innebär förbehandling av fröet med 20 % $BaCl_2$, kan dock även gammalt eller på annat sätt fysiologiskt skadat frö testas avseende grobarhetsförmåga.

I föreliggande undersökning har ovan beskrivna röntgenmetodik tillämpats dels för att fastställa fröets morfologiska ut-

veckling avseende embryo och endosperm hos försöksklonerna, dels för att möjliggöra studier av fröviktsvariationen och samband mellan frövikt och planttillväxt hos frö av samma embryo- och endospermkvalitet.

Med ledning av röntgenbilderna har fröet fördelats på 5 embryoklasser och 2 endospermklasser samt i skadat frö och abnormt frö. De olika klasserna definieras enligt nedanstående efter SIMAK och GUSTAFSSON (1953). Se även fig. IV.

"0: endosperm saknas, intet embryo (tomfrö)

I: endosperm förhanden, intet embryo

II: endosperm förhanden, ett-flera embryoner, intet av dem större än hälften av embryohålan

III: endosperm förhanden, ett embryo har tagit överhanden, det är emellertid outvecklat och utfyller mindre än 3/4 av embryohålan

IV: endosperm förhanden, embryo fullt utvecklat, utfyller hela embryohålan.

Klasserna I-IV är indelade i två undergrupper beroende på endospermets beskaffenhet:

A: endospermet fyller så gott som hela fröskalet, och röntgenabsorptionen är normal

B: endospermet fyller blott ofullständigt ut fröet eller röntgenabsorptionen är defekt."

Beträffande fröet efter kontrollerade korsningar sorterades detta i tomma och matade med ledning av fröskalets färg, följt av kontrollsnittning av de som tomma klassade frökornen. Det matade fröet kollationerades genom röntgenfotografering av slumpvis uttagna prov ur samtliga korsningskombinationer. Av totalt 640 frön visade sig 7 vara tomma - en feltaxering på ca 1 %. Det matade fröet (frö tillhörande klasserna I-IV, A- el. B-endosperm) har klassificerats enligt ovan beskrivna definitioner.

Frövikten är angiven i 1000-kornvikt eller som medelvärde efter vägning av varje enskilt frökorn. I första fallet noterades för varje försöksled medelvikten av 4 slumpvis utvalda prov, omfattande vardera 100 frökorn. I senare fallet har torsionsvåg använts, varvid frökornens vikt kunnat anges i 100-delar av mg.

2.4. Försökens anordning

2.4.1. Ultuna, avkommor efter fri avblomning. Plantutveckling under 1:sta året. - Försöket för studier av fröviktens inflytande på 1-årsplantans tillväxt för frö av samma embryo- och endospermkvalitet efter fri avblomning i olika avblomningsmiljöer och för undersökning av tillväxtförloppet i senare plantstadier påbörjades 1960 i växthus vid institutionen för genetik och växtförädling i Ultuna. De olika försöksmomenten framgår av nedanstående punkter:

1. Försöket omfattar 31 försöksled. Fröet har erhållits efter fri avblomning från 5 tallkloner, representerade av ympträd i observationskvarter i Nedansjö och Moviken. Försöket inkluderade från början även frö av klonernas ursprungsträd. Dessa försöksled ingår icke i här redovisade tillväxtanalyser.

2. Kottskörden efter avblomning i Nedansjö 1957 insamlades i januari 1959. Kottskörden efter avblomning i Nedansjö och Moviken 1958 insamlades i november 1959. Detta innebär att fröet i förstnämnda fall lagrats i 14 mån. och i senare fallen i 4 mån. vid en temperatur av ca +5°C.

3. Av varje försöksled har 200 frön slumpvis uttagits och röntgenfotograferats.

4. Med ledning av röntgenbilderna har samtliga frön av klass IV A särskiljts (se 2.3.). Ur dessa IV A-fraktioner har ännu ett slumpurval utförts, varvid 50 IV A-frön av varje försöksled erhållits och vägts individuellt.

5. Vägningen har, som tidigare nämnts, utförts med torsionsvåg, varvid frökornens vikt kunnat anges i 0,01 mg.

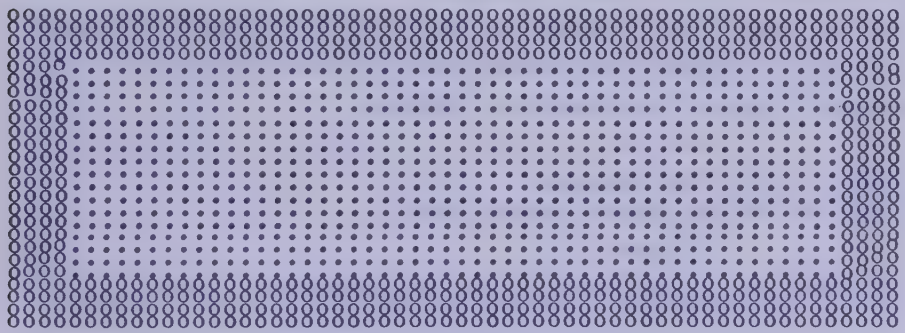
6. Sådden utfördes den 17/3 1960 i steril sand i växthus. Plantornas utveckling har under tiden 17/3 - 10/6 skett vid en genomsnittlig dagtemperatur av ca +17°C och en genomsnittlig nattemperatur av ca +15°C. Någon artificiell belysning har icke förekommit.

7. De olika försöksledens frön har utsåtts i rader efter utlottning och frökornens placering i raden har likaledes skett slumpmässigt. Fröet är sått på samma djup med konstant 2 cm:s avstånd mellan raderna och 2 cm:s avstånd mellan frökornen i

raden. Omkring försöket har en 1 dm bred zon av blandat frö utsåtts i samma förband i avsikt att eliminera kantpåverkan. Från den 11/6 och till tidpunkten för mätning av 1:sta vegetationsperiodens tillväxt (5/7) har plantorna utvecklats på friland, fortfarande kvarstående i såddlådan. Näringslösning har tillförts.

8. Under 1:sta vegetationsperioden registrerades hypokotylens längd, d.v.s. avståndet från markytan till hjärtbladskransen, och en observerad differentiering avseende utbildandet av terminalknopp. Efter avslutad 1:staårstillväxt noterades epikotylens längd och rotsystemets utveckling. Epikotylens längd är lika med avståndet från hjärtbladskransen till terminalknoppen. Plantornas rotsystem fotograferades i samband med omskolningen våren 1961.

PRINCIPSKISS ÖVER FÖRSÖKSPLAN
Basic outline of the experimental plan



2.4.2. Ultuna, avkommor efter fri avblomning. Plantutveckling efter två vegetationsperioder. - De redovisade resultaten av plantutvecklingen under 1:sta året är baserade på samtliga grodda frön. För tillväxtanalyser efter 2:a vegetationsperiodens avslutande föreligger ett något reducerat antal plantor. I samband med omplantering av försöksmaterialet våren 1961 uteslöts ett mindre antal plantor per avkommegrupp. Detta utfördes för att i ett nytt blockförsök erhålla genomgående 40 plantor per försöksled. Reduceringen tillgick så att plantorna upptogs systematiskt med början av planta nr 1 i avkommegrupp A och

fortsattes tills det önskade antalet erhållits. Försöksplan och försöksmetodik redovisas i nedanstående punkter:

1. Försöksplanen upptager 31 försöksled, fördelade på 5 kloner, 3 olika avblomningsmiljöer och ympträd inom samma klon och avblomningslokal.

2. Försöket är utlagt i bänkgård med 10 upprepningar. Inom varje upprepning har parcellernas plats bestämts efter lottning. Parcellerna omfattar 4 plantor i kvadratförbandet 10 cm x 10 cm.

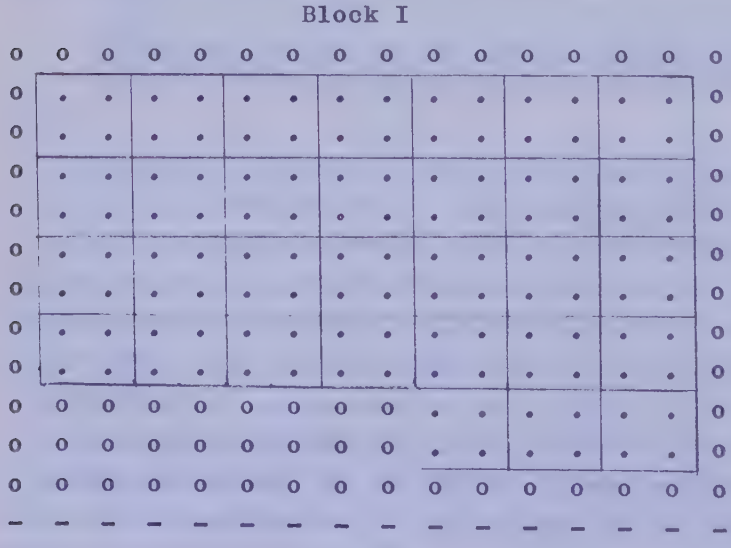
3. Plantorna upptogs med stor försiktighet ur sandkulturen före skottsträckningen och kunde på nytt planteras med nära nog intakt rotsystem, vilket torde framgå av fig. VII. Omplanteringen fullföljdes inom 2 dygn.

4. Kantverkan i bänkgården har eliminerats genom plantering av likåldrigt material kring försöket.

5. Under 2:a vegetationsperioden har följande bortfall noterats: Z 4005 5 plantor; Z 4012 3 plantor; Z 4013 1 planta; Z 2017 3 plantor och Y 4014 3 plantor.

6. Den variabel som studeras är skottlängden från hjärtbladskransen t.o.m. toppknoppen. Mätningen utfördes sedan skottsträckningen upphört hos samtliga plantor.

PRINCIPSKISS ÖVER FÖRSÖKSPLAN
Basic outline of the experimental plan



2.4.3. Ultuna, avkommor efter fri avblomning. Tillväxtökning i längd under 5:e året. - Efter registrering av 1:sta och 2:a årets tillväxt drabbades försöksmaterialet våren 1962 av betydande skador genom avbetning av toppknoppar och barr. Dessa skador orsakade icke någon plantdöd men spolierade en fortsatt detaljstudie av totala försöksmaterialets tillväxt. Något selektivt bortfall förelåg icke.

Då varje planta var numrerad och känd till sin frövikt och initialtillväxt utnyttjades icke skadade plantor för vidare undersökningar. Våren 1963 omskolades samtliga plantor, vars skott och barr var helt intakta. Den nya försöksplanen omfattar totalt 347 plantor. Plantorna utsattes fortfarande i bänkgård i 1-plantsparceller i förband 15 cm x 15 cm.

PRINCIPSKISS ÖVER FÖRSÖKSPLAN
Basic outline of the experimental plan

Block I

A7	B7	C7	D5	E5	A7
B7	C7	D5	E5	A7	B7
C7	D5	E5	A7	B7	C7
D5	E5	A7	B7	C7	D5

- - - - - - - - - - - - - - - - - -

Block II
o.s.v.

Materialet ligger till grund för jämförelse mellan de olika moderträdens inbördes förhållande avseende avkommornas utveckling efter 1:sta vegetationsperioden och rangordningen i tillväxtökning under 5:e vegetationsperioden.

Försöksmaterialet har också utnyttjats för jämförelse av individuella skillnader i tillväxt efter 1:sta året med 5:e årets tillväxtdifferenser inom avkommegrupper av samma moderträd.

2.4.4. Ultuna, avkommor efter kontrollerade korsningar. - Undersökningen av plantutveckling hos avkommor av olika korsningskombinationer påbörjades i Ultuna 1964. Avsikten var att undersöka tillväxten i tidigt plantstadium med särskild hänsyn till frökvalitetens inflytande.

De olika försöksmomenten framgår av nedanstående punkter:

1. Försöket omfattar avkommor efter 4 moderträd i kombination med 3 faderträd samt avkommor efter fri avblomning av moderträden. Antalet försöksled är 16 (12 korsningskombinationer och 4 avkommegrupper efter fri avblomning). Korsningarna utfördes 1962 och korsningskotten liksom kotten efter fri avblomning insamlades hösten 1963.

2. Slumpvis utvaldes 40 frön av varje försöksled. Fröet röntgenfotograferades och vägdes individuellt enligt samma metod, som beskrivits under 2.4.1.

3. Fröet såddes samtidigt - den 6 juli 1964 - i s.k. "Jiffy-pots" med 1 frökorn i varje sådan kruka. Krukorna var fyllda med en omsorgsfullt blandad, näringsrik jord. I var och en hade utformats en cylinder, som fyllts med ren sand, i vilket fröet såddes på 3 mm:s djup och därefter övertäcktes med sand. Krukorna, som före sådden placerats i mindre trälådor i växthus, var helt nedsänkta i torvmull. Försöksplanen framgår av nedanstående skiss.

PRINCIPSKISS ÖVER FÖRSÖKSPLAN
Basic outline of the experimental plan

UPPREPNING
Replications

I				II				III				IV			
SÅDDLÅDA NR Sowing box no.				SÅDDLÅDA NR Sowing box no.				SÅDDLÅDA NR Sowing box no.				SÅDDLÅDA NR Sowing box no.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
O	K	P	A	K	J	G	C	H	B	L	G	E	J	L	P
D	N	H	F	B	A	M	E	K	J	P	C	N	O	D	C
E	J	G	L	H	D	F	I	F	E	M	A	F	B	I	K
B	C	I	M	N	O	L	P	N	I	D	O	H	M	A	G

Bokstäverna ange de olika korsningskombinationerna resp. avkommor efter fri avblomning.
The letters indicate the different crossing combinations and progenies after open pollination.

4. Fröna grodde och utvecklade hypokotyl och hjärtblad under växthusbetingelser vid en genomsnittlig dagtemp. av ca +18°C och en genomsnittlig nattemp. av ca +11°C. Före utvecklingen av epikotylen flyttades försöksmaterialet till kallväxthus för övervintring.

5. För bestämning av tillväxtökningen 1965 och för fortsatta tillväxtstudier i fältförsök utvaldes 20 plantor av varje korsningskombination på samma sätt som beskrivits i 2.4.2.

2.4.5. Spikhammarmon och Grasmorberget, avkommor efter fri avblomning. - Samtidigt med de påbörjade detaljstudierna av plantutvecklingen i växthus i Ultuna, startades våren 1960 undersökningar av tillväxten hos avkommor av försöksklonerna. Dessa undersökningar utfördes i två parallellförsök, dels vid Spikhammarmon ca 10 m ö.h. och dels vid Grasmorberget ca 600 m ö.h. inom samma breddgrad. Plantorna uppdrogs av frö efter fri avblomning i juni 1958 i klonarkivet i Nedansjö. Se 2.1. och övriga försöksdata, som sammanställts i nedanstående punkter:

1. Ståndorten för klonernas ursprungsträd framgår av fig. 1 och ympträden växer i klonarkivet i Nedansjö, som beskrivits i 2.1.1.

2. Utöver röntgenanalyserna vid Skogshögskolan, har konventionella fröanalyser utförts vid Föreningen Skogsträdsförädlings norrlandsstation.

3. Efter sådd utan upprepning i plantskola invid klonkvarteret omskolades plantorna som 2-åriga i SCA:s centralplantskola på samma höjdläge och breddgrad som fältförsöket i Spikhammarmon (fig. 1).

4. Första mätningen utfördes före skottsträckningen våren 1963 på de då 3-åriga plantorna. Efter slumpvis urval och kassering enbart av plantor med ej normalt utvecklat rotsystem, noterades toppskottslängden på totalt 400 av varje moderträd.

5. Av de utvalda etiketterade plantorna utplanterades av varje sort samma vår 200 i fältförsök vid Grasmorberget och 200 i fältförsök på Spikhammarmon. På båda försökslokalerna genomfördes planteringen på likartat sätt, varvid 1-plantsparceller i förband 2 m x 2 m tillämpades.

Plantor efter de olika moderträden fördelades slumpmässigt över hela försöksarealen. Detta tillgick på så sätt att man successivt planterade försöksfältet efter upprepade slumpurval av plantor ur de 16 olika "sorterna". Efter fullföljd plantering upprättades karta över plantornas plats på fältet.

6. Vid Grasmorberget ligger försöksfältet på en för denna trakt normal tallmark, på Spikhammarmon på lätt sandig och mycket homogen mark.

7. I försöket ingår på båda lokalerna 2 kontroller av bruksplantor, representerande hög- och låglägesprovenienser inom samma breddgrad som försöksklonernas ursprungslokaler samt 1 kontroll representerande Norrbotten.

2.5. Matematisk statistisk behandling av försöksresultat. - Variansanalysen (FISHER, 1941) har tillämpats för att samtidigt kunna undersöka flera variationsorsaker. Förutom tillförlitlighetsundersökningar upptar vissa analyser beräkning av varianskomponenter för att belysa olika variationsorsakers andelar av totalvariationen (BONNIER och TEDIN, 1940 m.fl.). Uppdelning av den totala variansen i dess delkomponenter synes vara en användbar metod för skattning av genotypisk maximal andel av en fenotypvariation. Exempel på en dylik tillämpning återfinnes i en avhandling angående fröproduktion och frökvalitet hos gran (PICEA ABIES (L) Karst.) av E. ANDERSSON (1965). Genom en serie upprepade observationer på samma träd under olika fröår har i det citerade arbetet varianskomponenter fastställts för sådana egenskaper som frögrobarhet, tomfrö, fröantal och procent icke grobara frö med embryo (ANDERSSON, 1965).

KAPITEL 3

VARIATION I FRÖKVALITET

3.1. Tomfröfrekvens. - I tallkotten uppträder, företrädesvis i en zon vid basen, sterila fröämnen, där endast frövingar utbildas. Fröämnen, som icke blivit pollinerade, förstörs gradvis och för det mesta under första året (SARVAS, 1962 m.fl.). Även i detta fall utvecklas enbart frövingar och icke något frö vare sig tomt eller matat. Otillräcklig pollinering medför således att ett flertal fröämnen aborterar och kan leda till att hela blomman (kotteanlaget) upphör att utvecklas under 1:sta eller i början på andra året (SARVAS, 1962).

Hos en i undersökningen ingående klon - Z 4007 - har okulärt konstaterats, att honblomningen varje år inträffar extremt tidigt i förhållande till övriga kloner och före den tidpunkt då pollentätheten är som störst, samt att kotteanlagen på ympträd av denna klon i stor utsträckning torkar och faller av. Orsaken torde med stor sannolikhet vara en följd av otillräcklig pollinering. I en undersökning 1962 baserad på 4 kloner om vardera 50 ympträd, slumpvis utplanterade i tallfröplantagen i Nedansjö, kunde noteras, att hos klon Z 4007 endast 13,3 % av kotteanlagen resulterade i fullt utvecklade kottar. Motsvarande procentvärde för de 3 övriga klonerna var följande: Z 2017 = 72,3 %; Z 4011 = = 61,3 %; Z 4013 = 52,4 %.

Uppkomsten av tomma frön må enligt SARVAS (1962) vara orsakad av, förutom insektsskador, torka eller frost, huvudsakligen av "embryo death due to the union of lethally defective genes".

Som påpekats i tidigare undersökningar hämmas embryoutvecklingen vid påtvingad självbefruktning genom ökad homozygotisering av letala och subletala gener (se bl.a. GUSTAFSSON, 1952; PLYM FORSHELL, 1953; EHRENBERG, GUSTAFSSON, PLYM FORSHELL och SIMAK, 1955; EKLUNDH EHRENBERG och SIMAK, 1957). EKLUNDH EHRENBERG och SIMAK (1957) redovisar att mängden tomt frö är omkring 4 ggr större vid inavel än efter fri avblomning på samma träd.

I föreliggande material efter fri avblomning har frö, som icke utbildat embryo eller endosperm, definierats som tomt (se 2.3.).

Tomfröfrekvensen liksom det matade fröets embryo- och endospermkvalitet samt procenten skadat och abnormt frö hos de olika analysenheterna har sammanställts i tab. I. Ur denna primärtabell har analysvärden erhållits för att i olika avseenden belysa variationen i frökvalitet.

Frekvensen av tomt frö i förhållande till samtliga oskadade frön efter fri avblomning i Nedansjö 1957 redovisas för de 5 kloner, av vilka frö kunnat erhållas från samtliga 5 ympträd i klonen (tab. 1). Av de undersökta avblomningsåren var 1957 ett påtagligt svagt blomningsår. På vissa ympträd i klonarkivet erhölls ingen kott eller endast enstaka kottar. Variansanalysen (tab. 1) är baserad på stickprov omfattande 200 slumpvis utvalda frön från vart och ett av de 25 ympträdens totala fröproduktion. Klonernas medelvärden varierar från 11,1 % hos klon Y 4014 till högst 44,2 % hos klon Z 4010. Statistiskt tillförlitliga skillnader föreligger mellan klonerna. Även skillnaden i tomfröprocent mellan ympträd inom samma klon är stor. Exempelvis noteras för sistnämnda klon en variationsvidd från 27,5 % till 74,4 %. Av totala variationen finner man att 52 % beror på olikheter mellan klonerna medan 48 % kan tillskrivas skillnader mellan provtagningar inom kloner.

Uppgifter om tomfröfrekvensen föreligger också för avblomningsåren 1956 och 1958 i Nedansjö. Då som tidigare nämnts fröet för röntgenanalys utvalts dels ur totalt erhållet frö av klonens totala kottproduktion (1956 och 1957), dels ur frö som framklängts ur 50 slumpvis utvalda kottar per klon (1958) har här avstått från att skatta variansen avseende årsinflytande. Resultaten redovisas för vart och ett av de aktuella åren med stapeldiagram i fig. 2. Man kan av detta diagram utläsa att påtagliga klonskillnader i tomfröfrekvens existerar vid samtliga avblomningsår. Man finner också att de 1957 extremt avvikande klonerna Y 4014 och Z 4010 även efter avblomningen 1956 och 1958 resulterat i extremt låga, respektive extremt höga tomfröprocenter. Beträffande Y 4014 kan man vidare konstatera att även efter fri avblomning i Moviken 1958 och hos ursprungsträdet denna klon kännetecknas av mycket låg tomfröfrekvens - 5,5 % respektive 12,5 % - . Samtidigt har uppmärksammats att Y 4014 före och un-

Tab. 1.
Antal tomma frön i procent av (n) st. slumpvis utvalda frön efter fri avblomning i Nedansjö 1957, beräknat på oskadat frö. Bestämning medelst röntgenfotografering.

Number of empty seeds as a percentage of (n) randomly selected seeds after open pollination at Nedansjö in 1957, calculated on the number of undamaged seeds. Determination by means of X-ray photography.

YMPTRÄD NR Graft no.	KLON Clone				
	Z 4019	Y 4014	Z 4005	Z 4012	Z 4010
1	44,2 (200)	11,8 (200)	29,1 (196)	21,1 (200)	57,4 (200)
2	23,1 (200)	11,2 (200)	28,6 (200)	16,2 (200)	74,4 (200)
3	40,2 (200)	14,1 (200)	26,3 (200)	37,2 (199)	32,8 (200)
4	34,5 (200)	5,2 (200)	27,3 (200)	36,7 (199)	29,1 (200)
5	25,6 (200)	13,0 (200)	30,4 (200)	10,0 (200)	27,5 (200)
MEDELTAL Mean	33,5	11,1	28,3	24,2	44,2

Variansanalys efter transformering till motsvarande vinkelvärde (y) enl. funktionen $y = 2 \cdot \arcsin \sqrt{x}$.

Analysis of variance after transformation to corresponding angular value (y) by the formula $y = 2 \cdot \arcsin \sqrt{x}$.

VARIATIONS-ORSAK Source of variation	FRIHETS-GRADER D.F.	KVADRAT-SUMMA Sum of square	MEDEL-KVADRAT Mean square	VARIANS-KOMPONENT Component of variance	%
MELLAN KLONER... Between clones	4	1,67328	0,41832	0,07064	52
MELLAN YMPAR INOM KLONER..... Between grafts within clones	20	1,30242	0,06512	0,06512	48
TOTAL	24	2,97570		0,13576	100

KVOT: KLONER $= \frac{0,41832}{0,06512} = 6,42^{xx}$

Quotient Clones

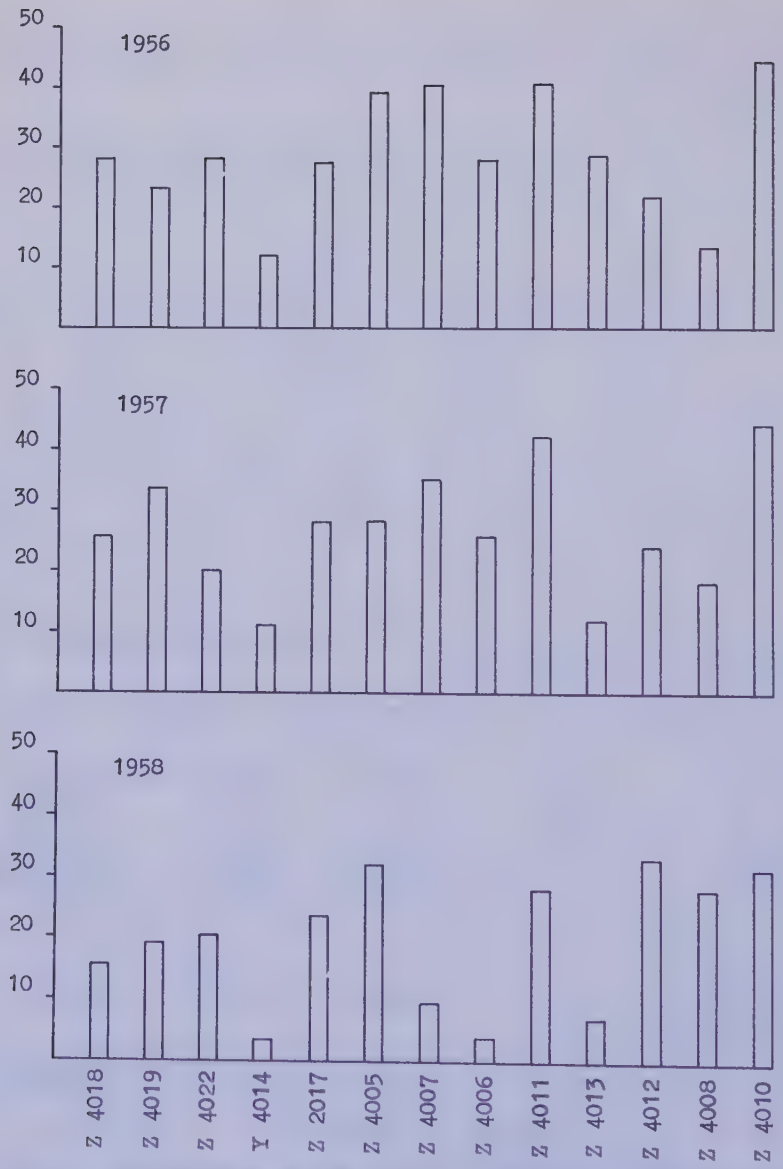


Fig. 2. Tomfröprocenten hos kloner i Nedansjö. Bestämning medelst röntgenfotografering. Fröurvalet är baserat för 1956 och 1957 på klonens totala fröproduktion, för 1958 på 50 slumpvis utvalda kottar per klon.

The percentage of empty seeds for clones at Nedansjö. Determination by X-ray photography. The selection of seeds for the years 1956 and 1957 is based on the total seed crop of the clone and for 1958 on 50 randomly selected cones per clone.

der försöksperioden har påfallande svag hanblomning - endast enstaka blommor har påträffats. Klonen Z 4010 har däremot uppvisat en mycket riklig hanblomning varje år. Redan vid en registrering av blomningsvilligheten 1954 (ympträdens ålder 9 år) noterades klon Z 4010, som den i särklass mest hanblommande klonen (se ARNBORG och HADDERS, 1957). Det kan också påvisas att de 4 kloner, som hade största antalet hanblommor 1957, i genomsnitt erhållit 24,5 % tomt frö, medan hos de kloner, som noterades för lägsta frekvensen hanblommor, tomfröprocenten uppgick till 8,4 %. Denna överensstämmelse i hanblomningsintensitet och tomfröfrekvens hos vissa från försöksmaterialets genomsnitt extremt avvikande kloner antyder en samvariation, som måste uppmärksammas vid bedömning av olika kloners frösättningsförmåga vid spontan avblomning.

Av totala fröskörden från kontrollerade korsningar mellan 4 moderträd och 3 faderträd har med ledning av fröskalets färg antalet tomma frön i procent av samtliga frön bestämts (se 2.3.). Fördelningen av tomfröprocenterna på de olika korsningskombinationerna framgår av tab. 2. Liksom vid den spontana avblomningen föreligger signifikanta skillnader mellan moderträd. Moderträdens skattade andel av totalvariansen uppgår till 68 %. Blott 9 % kan hänföras till skillnader mellan faderträd medan samspelets inklusive "felets" skattade andel utgör 23 %. Moderträdets genotyp har ett påvisbart inflytande på tomfröbildningen.

3.2. Det matade fröets embryo- och endospermkvalitet. - Med matat frö förstås här frö, som tillhör kvalitetsklasserna I till IV inkluderande såväl A- som B-endosperm (se 2.3.).

För höglägesklonerna har "förflyttningen" från 675-700 m ö.h. till 70 m ö.h. inom samma latitud inneburit en väsentlig miljöförändring, som bl.a. resulterat i en bättre fröutmognad. Detta exemplifieras här nedan med klonerna Z 4012 och Z 4013, vars ursprungsträd härstammar från samma bestånd, 675 m ö.h.:

Tab. 2.
Antal tomma frön i procent av samtliga frön efter kontrollerad pollinering i Moviken 1962. Bestämning efter fröskalets färg (se 2.3.).

Number of empty seeds as a percentage of all seeds after controlled pollination at Moviken in 1962. Determination by means of the seed-coat colour.

MODERTRÄD Female parents	FADERTRÄD Male parents			MEDELTAL Mean
	Z 4402	Z 4405	X 4300	
Z 4403	11,9	9,6	9,5	10,3
Z 4404	11,8	12,9	12,5	12,4
X 4302	15,8	18,1	13,1	15,7
X 4303	11,2	9,1	6,5	8,9
MEDELTAL Mean	12,7	12,4	10,4	

Variansanalys efter transformering till motsvarande vinkelvärde (y) enl. funktionen $y = 2 \cdot \arcsin \sqrt{x}$.

Analysis of variance after transformation to corresponding angular value (y) by the formula $y = 2 \cdot \arcsin \sqrt{x}$.

VARIATIONS-ORSAK Source of variation	FRIHETS-GRADER D.F.	KVADRAT-SUMMA Sum of square	MEDEL-KVADRAT Mean square	VARIANS-KOMPONENT Component of variance	%
MELLAN MODERTRÄD..... Between females	3	0,0733	0,02443	0,00730	68
MELLAN FADERTRÄD..... Between males	2	0,0130	0,00650	0,00100	9
SAMSPEL MODERTRÄD x FADERTRÄD + FEL..... Interaction females x males + error	6	0,0151	0,00252	0,00252	23
TOTAL	11	0,1014		0,01082	100

KVOTER: MODERTRÄD $= \frac{0,02443}{0,00252} = 9,69^{x}$ FADERTRÄD $= \frac{0,00650}{0,00252} = 2,58$

Quotients Female parents Male parents

KLON Clone	EMBRYO- OCH ENDOSPERMKLASSER Embryo and endosperm types									
	0	I_A	II_A	III_A	IV_A	I_B	II_B	III_B	IV_B	%
Z 4012 URSPRUNGS-TRÄD original tree	40,9	1,0	13,0	39,1	3,0	-	-	3,0	-	100
Z 4012 YMPTRÄD grafts	33,0	-	-	2,0	64,0	-	1,0	-	-	100
Z 4013 URSPRUNGS-TRÄD original tree	29,5	2,1	24,2	13,2	18,4	-	4,2	4,2	4,2	100
Z 4013 YMPTRÄD grafts	7,0	-	-	-	89,0	-	-	1,0	3,0	100

Bortsett från den drastiska hämning av embryoutvecklingen, som avspeglas i frekvensen tomma frön och som enligt i 3.1. citerade undersökningar huvudsakligen torde bero på recessiva letalfaktorer, är fröet i föreliggande undersökning oftast mycket väl utvecklat. Någon större anhopning av frö i embryoklasserna I till III föreligger icke. Miljön (klimatet under fröets utmognad) har stort inflytande på embryoutvecklingen.

Skillnader i embryoutveckling hos kloner på samma lokal och från samma avblomningsår belyses med frekvensen frö av klass IV A i förhållande till samtliga matade frön. I tab. 3 framläggs resultat av fröanalyser utförda på det material, som i 3.1. redovisats avseende tomfröfrekvens. Hög signifikans för skillnader mellan kloner föreligger avseende den undersökta variabeln. Detta innebär ett påvisande av genotypiskt reglerat inflytande på embryoutvecklingen. Av totalvariationen beror för här undersökta kloner 79 % på skillnader mellan kloner och 21 % på skillnader inom kloner. Det är främst frö av klon Z 4012, som uppvisar avvikande embryoutveckling. Samband mellan tomfröfrekvens och frekvens frö av klass IV A i förhållande till samtliga matade frön föreligger icke i försöksmaterialet.

Tab. 3.
Antal frön av embryoklass IV A i procent av totala antalet matade frön av klass I-IV efter fri avblomning i Nedansjö 1957. Det analyserade fröet är identiskt med det frö, som redovisas i tab. 1 avseende tomfröfrekvens.

Number of seeds of embryo type IV A as a percentage of all filled seeds of types I-IV after open pollination at Nedansjö in 1957. The analysed seed is identical with that recorded in Table 1 as regards the frequency of empty seed.

YMPTRÄD NR Graft no.	KLON Clone				
	Z 4019	Y 4014	Z 4005	Z 4012	Z 4010
1	97,3	95,9	94,1	82,6	89,6
2	96,7	93,6	92,9	79,8	96,0
3	98,3	95,2	94,5	84,0	94,5
4	96,9	96,7	96,4	86,4	91,2
5	100,0	97,6	94,7	88,1	95,0
MEDELTAL Mean	97,8	95,8	94,5	84,2	93,3

Variansanalys efter transformering till motsvarande vinkelvärde (y) enl. funktionen $y = 2 \cdot \arcsin \sqrt{x}$.

Analysis of variance after transformation to corresponding angular value (y) by the formula $y = 2 \cdot \arcsin \sqrt{x}$.

VARIATIONS-ORSAK Source of variation	FRIHETS-GRADER D.F.	KVADRAT-SUMMA Sum of square	MEDEL-KVADRAT Mean square	VARIANS-KOMPONENT Component of variance	%
MELLAN KLONER... Between clones	4	0,8273	0,20683	0,03930	79
MELLAN YMPAR INOM KLONER..... Between grafts within clones	20	0,2064	0,01032	0,01032	21
TOTAL	24	1,0337		0,04962	100

KVOT: KLONER $= \frac{0,20683}{0,01032} = 20,04^{***}$
Quotient Clones

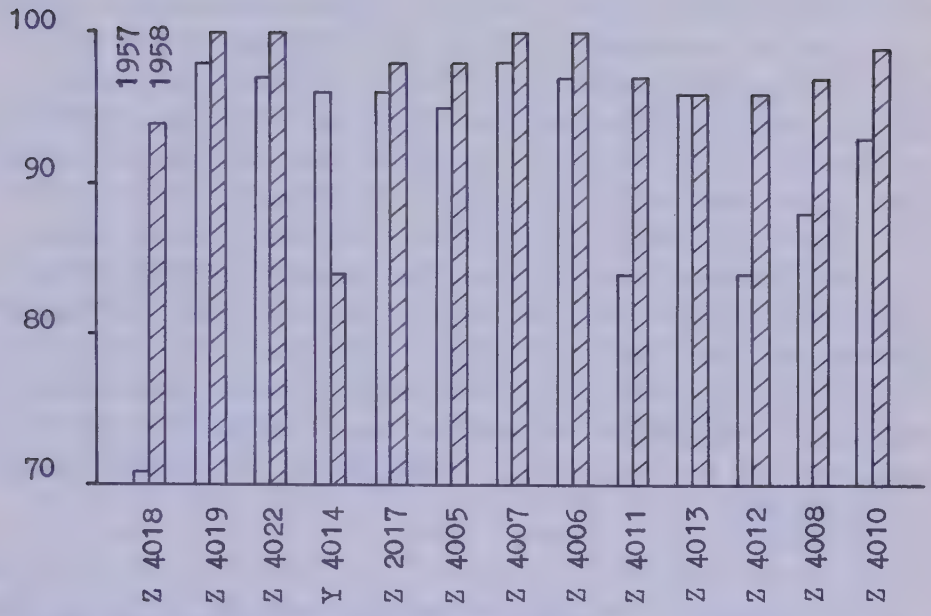


Fig. 3. Antal frön av embryoklass IV A i procent av totala antalet matade frön av klass I-IV efter fri avblomning i Nedansjö 1957 och 1958.

Number of seeds of embryo type IV A as a percentage of all filled seeds of types I-IV after open pollination at Nedansjö in 1957 and 1958.

I fig. 3 redovisas det matade fröets embryo- och endospermutveckling för samtliga 13 kloner efter fri avblomning i Nedansjö åren 1957 och 1958. Fröets kvalitet synes av stickproven att döma genomgående vara bättre efter avblomningen 1958. Särskilt markant är skillnaden hos klonen Z 4018. Endast frö av klon Y 4014 uppvisar sämre kvalitet. Differensen mellan klonerna är avseende frekvensen av klass IV A-frö påfallande mindre efter avblomningen 1958 än efter 1957. I vilken grad denna skillnad mellan olika årsskördar avspeglar olikheter i pollensituationen, är ett utslag av klimatets modifierande inflytande under fröets utmognad eller beror på kotturvalet, kan inte avgöras. Det analyserade fröet har för 1957 års material erhållits genom slumpvis utvalda prov (200 frökorn) av ympträdens totala fröproduktion. Hos de ympträd, där 200 frön icke kunnat erhållas, har samtliga analyserats (jämför tab. I). Fröanalyserna av 1958 års material är likaledes baserade på slumpvis utvalda prov omfattande 200 frökorn men uttagits ur totalt framklängt frö av 50 slumpvis utvalda kottar av klonens totala kottproduktion.

3.3. Frövikt. - Frövikt, angiven i 1000-kornvikt av matat (fyllt) frö, har visat sig vara en starkt framträdande klonegenskap, som dock påtagligt modifieras av olika yttre betingelser (JOHNSSON, KIELLANDER och STEFANSSON, 1953; JOHNSSON, 1961 m.fl.).

Avseende inomträdsvariationen har SIMAK och GUSTAFSSON (1954) funnit, att både kottvikt och fröantal (matat frö) vid konstant kottvikt har signifikant inflytande på frövikten. - "De partiella regressionerna anger att frövikten växer hos alla sex moderträden och deras ympar (1) med stigande kottvikt, (2) med sjunkande fröantal vid konstant kottvikt" -. Det framgår också i det citerade arbetet att hos ymparna, som vuxit under lika och i klimathänseende goda miljöbetingelser, ovannämnda negativa samband föreligger mellan fröantal per kotte och frövikt (SIMAK och GUSTAFSSON, 1954).

Vidare redovisar Simak (1955) positivt samband mellan embryokvalitet och frövikt avseende inomträdsvariationen. Några starkare korrelationer mellan kloner synes icke föreligga enligt JOHNSSON (1961) beträffande kottvikt och fröets 1000-kornvikt eller avseende antalet fyllda frön per kotte och fröets 1000-kornvikt. I förra fallet anges korrelationskoefficienten till +0,148 och i senare fallet till +0,111.

Vid de undersökningar som här utförts i avsikt att belysa fröviktsvariationens storlek och några av dess orsaker är frövikten angiven dels i 1000-kornvikt (urvalsmetodik: 4 x 100 frön och dels efter vägning av varje frökorn (se 2.3.).

I fig. 4 återges fröets 1000-kornvikt baserad på stickprov ur klonens totala skörd av matat frö efter fri avblomning i Nedansjö 1956 och 1958. För båda åren är frövikterna väsentligt högre än vad som är normalt i klonernas ursprungspopulationer. Genomsnittligt har fröet något lägre 1000-kornvikter efter avblomningen 1956 än efter 1958, men skillnaden mellan klonerna är i stor utsträckning densamma.

Fröviktsvariationen hos frö av samma embryoklass (klass IV A) belyses i fig. 5, där medelfrövikten efter vägning av varje frökorn bestämts för 5 kloner i 3 olika avblomningsmiljöer och i fig. 6, där variationen inom ympträd exemplifieras medelst frekvenshistogram för klonerna Y 4014 och Z 4013. Resultaten anger utgångsläget i frövikt hos det försöksmaterial, som senare (se kap. 4) utnyttjats för undersökning av fröviktens inflytande på plantans tillväxt under 1:sta året. Vad som uppmärksammas förutom klonskillnader är främst variationsvidden inom samma träd. Hos ympträd nr 1 av klon Z 4013 varierar exempelvis frövikten efter fri avblomning i Movikenarkivet från 3,5 mg till 9,5 mg.

Även fröviktsvariationen efter kontrollerad pollinering är av betydande storleksordning. I korsningsmaterialet från Moviken noteras hos korsningskombinationerna medelfrövikter från lägst 3,8 mg till högst 7,0 mg för slumpvis utvalda 40 frön av totala antalet skördade matade frön (tab. 4). Moderträdet Z 4404 har hög frövikt såväl efter fri avblomning som efter kontrollerad pollinering. I kombination med de tre i försöket

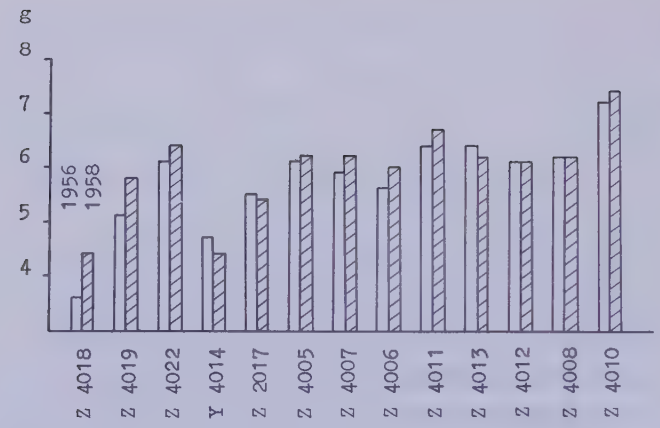


Fig. 4. Fröets 1000-kornvikt efter fri avblomming i Nedansjö 1956 och 1958. Stickprov ur klonens totala skörd av matat frö.

The 1,000-grain weight of the seed after open pollination at Nedansjö in 1956 and 1958. Random samples from the clone´s total yield of filled seed.

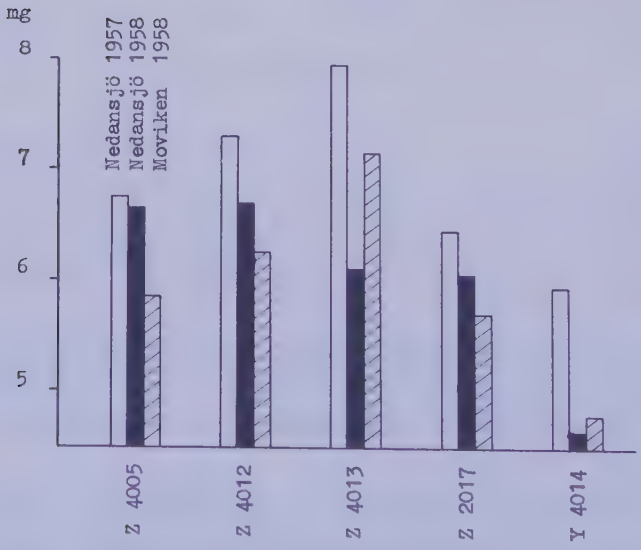


Fig. 5. Medelfrövikten hos frö tillhörande embryoklass IV A, efter vägning av varje enskilt frö, för de i Ultuna-försöken ingående klonerna.

Mean weight of seed belonging to embryo type IV A, after weighing each individual seed, for the clones included in the Ultuna experiments.

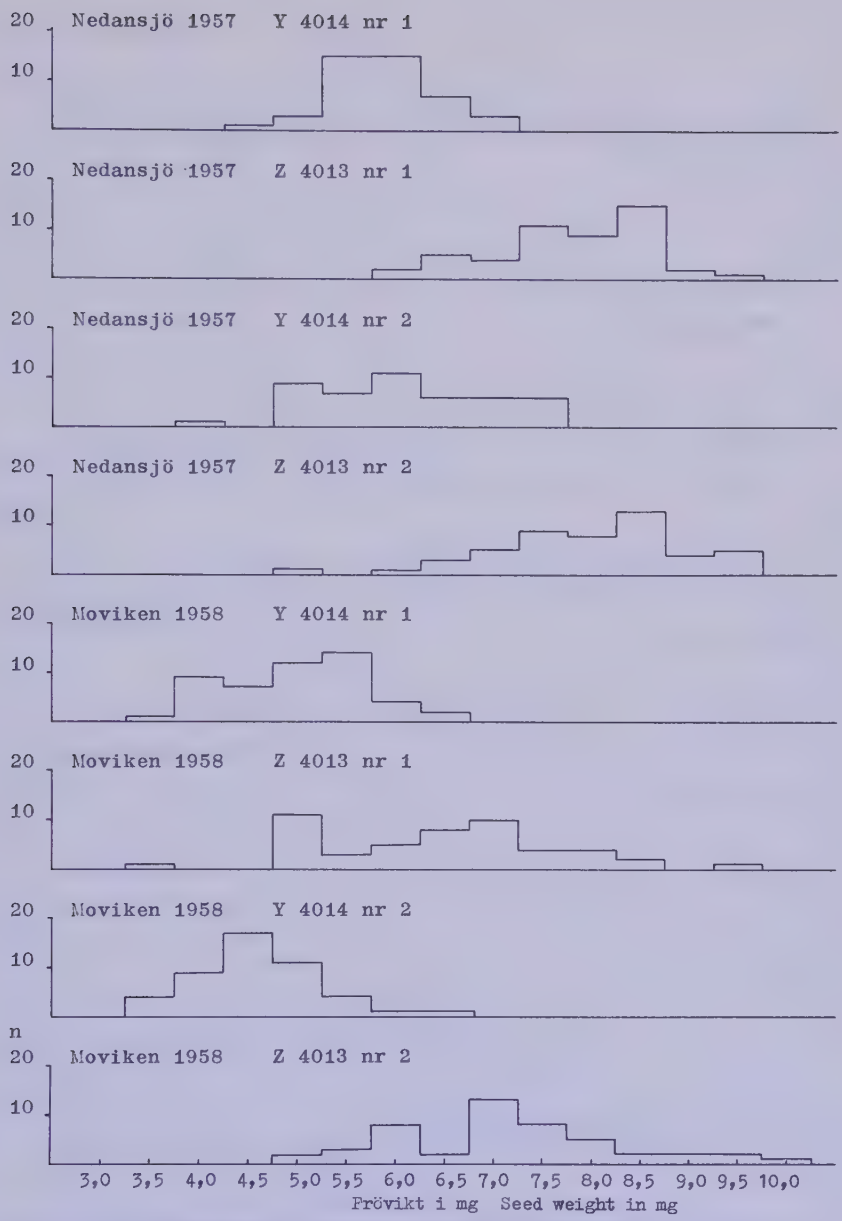
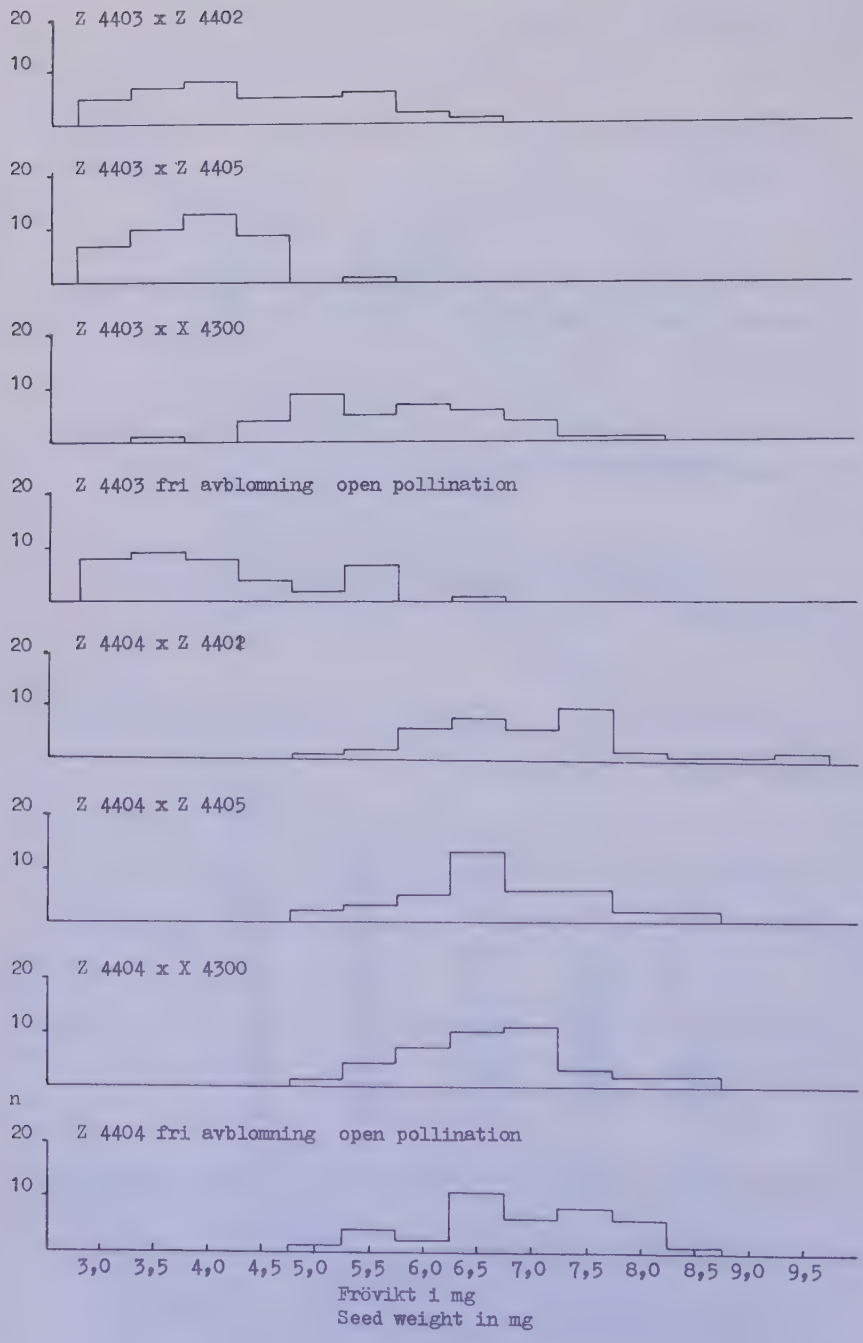


Fig. 6. Fröviktsvariation inom ympträd av klonerna Y 4014 och Z 4013 efter fri avblomning i Nedansjö 1957 och Moviken 1958.

Variation in seed weight within grafts of clones Y 4014 and Z 4013 after open pollination at Nedansjö in 1957 and Moviken in 1958.


20
10
Z 4403 x Z 4402
Z 4403 x Z 4405
Z 4403 x X 4300
Z 4403 fri avblomning open pollination
Z 4404 x Z 4402
Z 4404 x Z 4405
Z 4404 x X 4300
n
Z 4404 fri avblomning open pollination
3,0 3,5 4,0 4,5 5,0 5,5 6,0 6,5 7,0 7,5 8,0 8,5 9,0 9,5
Frövikt i mg
Seed weight in mg

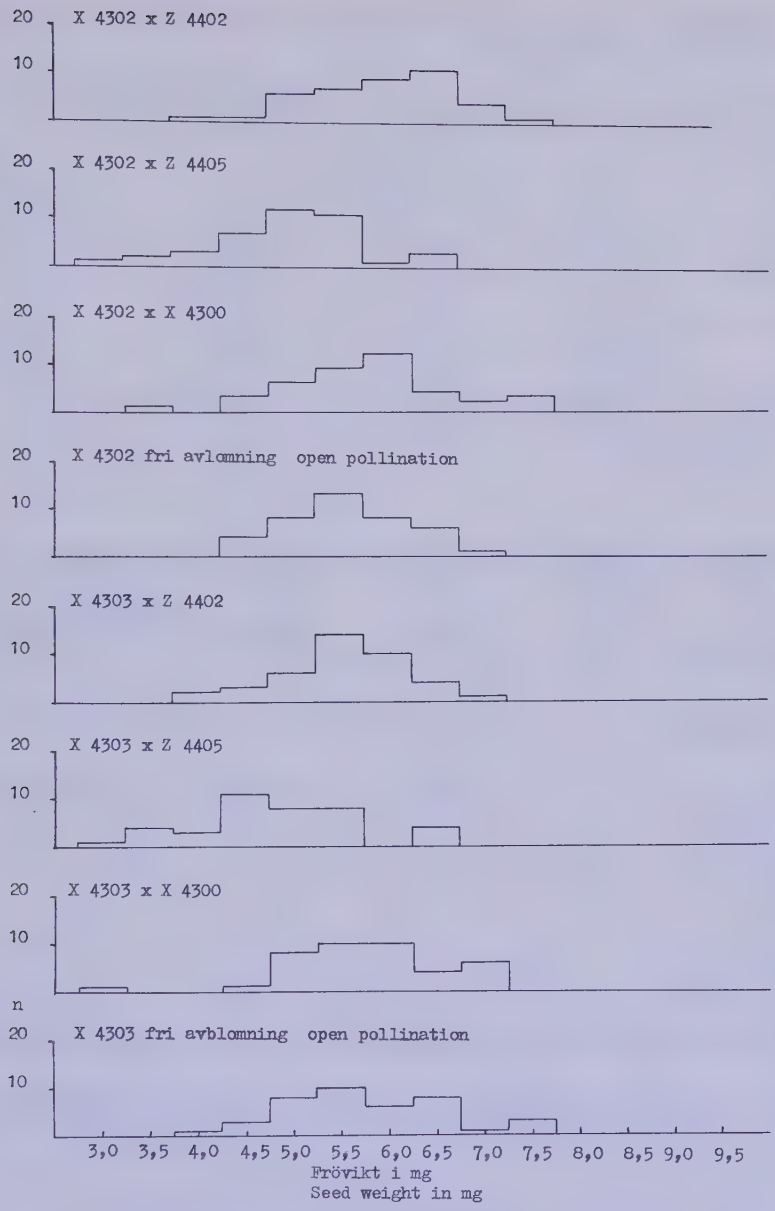


Fig. 7. Fröviktsvariation inom korsningskombinationer och efter fri avblomning i Moviken 1962.

Variation in seed weight within cross combinations and after open pollination at Moviken in 1962.

Tab. 4
Genomsnittsfrövikt i 0,01 mg efter vägning av varje enskilt frö. Kontrollerad pollinering i Moviken 1962.

Average seed weight in hundredths of a milligram after weighing each individual seed. Controlled pollination at Moviken in 1962.

MODERTRÄD Female parents	FADERTRÄD Male parents			MEDELTAL Mean
	Z 4402	Z 4405	X 4300	
Z 4403	436,4	382,3	576,6	465,1
Z 4404	700,6	669,1	669,0	679,6
X 4302	592,8	499,0	575,5	555,8
X 4303	551,1	492,8	574,3	536,1
MEDELTAL Mean	570,2	508,3	598,9	

VARIATIONS-ORSAK Source of variation	FRIHETS-GRADER D.F.	KVADRAT-SUMMA Sum of square	MEDEL-KVADRAT Mean square	VARIANS-KOMPONENT Component of variance	%
MELLAN MODERTRÄD..... Between females	3	71.233,4	23.744,47	7.184,33	66
MELLAN FADERTRÄD..... Between males	2	16.138,0	8.069,0	1.469,45	14
SAMSPEL MODERTRÄD x FADERTRÄD + FEL..... Interaction females x males + error	6	13.147,2	2.191,2	2.191,2	20
TOTAL	11	100.518,6		10.844,98	100

KVOTER: MODERTRÄD = $\frac{23.744,47}{2.191,2} = 10,84^{xx}$ FADERTRÄD = $\frac{8.069,0}{2.191,2} = 3,68$

Quotients Female parents Male parents

ingående faderträden ger denna klon högre medelfrövikt än övriga kloner, korsade med samma faderträd. Variansanalysen visar bl.a. att ca 66 % av totalvariationen kan hänföras till skillnader mellan moderträd.

De enskilda frökornens vikt inom korsningskombinationerna framgår av fig. 7. Analogt med förhållandet hos frö efter fri avblomning kan man konstatera en anmärkningsvärd stor variationsbredd. Den uppkomna fröviktsvariationen såväl inom som mellan träd på samma växtlokal torde delvis sammanhänga med ovannämnda av SIMAK och GUSTAFSSON (1954) påvisade sambanden mellan kottvikt, fröantal per kotte och frövikt.

För belysande av eventuell överensstämmelse mellan variationsmönstret i frövikt och fröutbyte har analyserna här kompletterats med en registrering av antalet matade frön per kotte. För Nedansjöklonerna framställs fröutbytet i relativa tal för vart och ett av de aktuella åren (fig. 8). Stora klonskillnader demonstreras. Klonen Y 4014 hör vid samtliga årsskördar till de rikligast fröproducerande, medan Z 4005 och Z 4011 varje år utbildar ett litet antal matade frön per kotte. För frö efter avblomningsåret 1956 har sambandet mellan fröutbyte och frövikt närmare undersökts. I fig. 9 åskådliggörs resultatet med den linjära regressionen av frövikt på antal matade frön per kotte vid samma torrkottvikt. Korrigeringen av antalet frön är baserad på klonens torrkottvikt och medeltalet för samtliga klöners torrkottvikter. Frövikten minskar med ökat antal matade frön per kotte ($r = -0,65$).

Även i korsningsmaterialet framträder fröviktens inflytande av antalet i kotten utbildade matade frön. För sistnämnda variabel föreligger signifikanta skillnader såväl mellan moderträd som mellan faderträd (tab. 5). Av fig. 10 kan utläsas att lägsta fröutbyte och högsta frövikt erhållits hos moderträdet Z 4404, oavsett om korsningarna utförts med pollen från Z 4402, Z 4405 eller X 4300. Samtidigt visar det sig att pollinering med klon Z 4405 hos samtliga moderträd resulterat i högre fröutbyte och lägre frövikt än vad fallet är om pollen från Z 4402 och X 4300 utnyttjats. För frövikten har således både i det fritt avblommande materialet och i korsningsmaterialet klon-

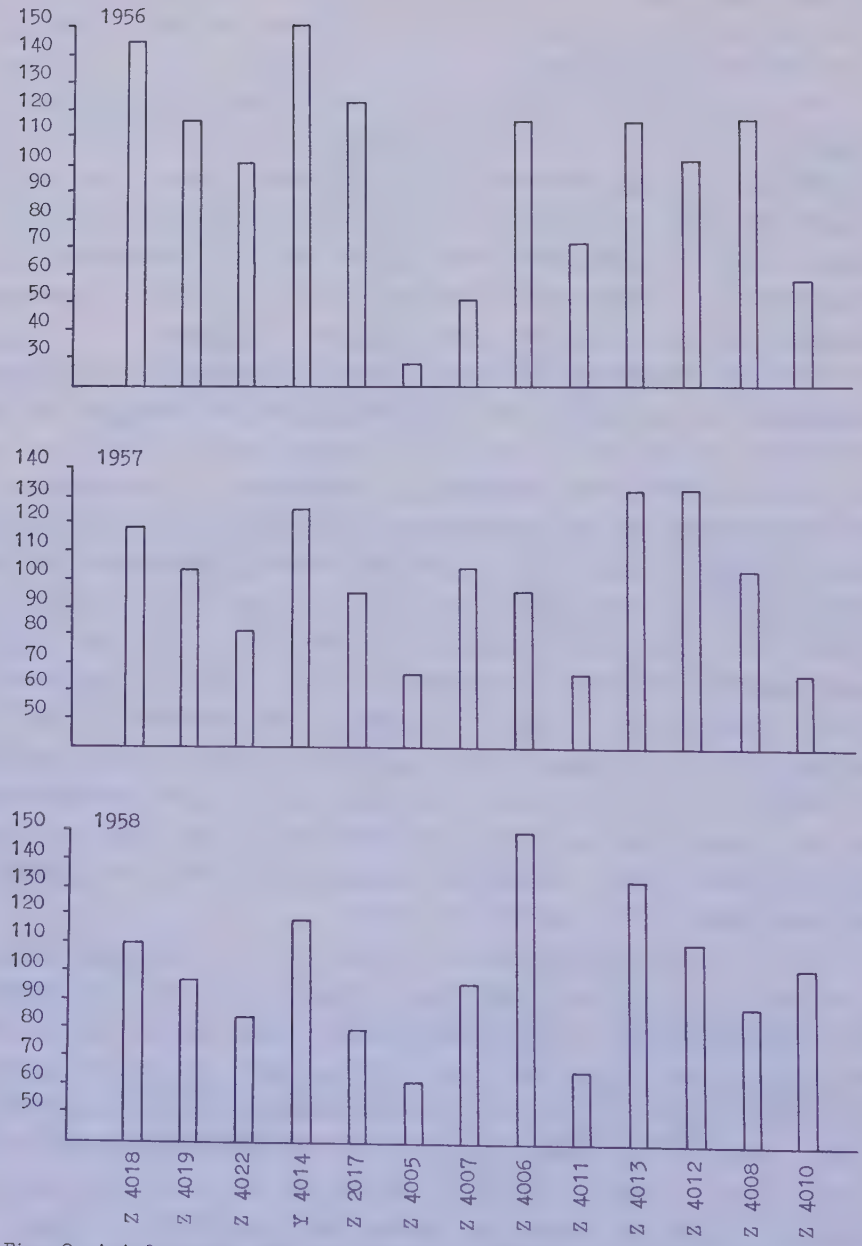


Fig. 8. Antal matade frön per kotte i relativa tal för Nedansjöklonerna efter fri avblomning. Genomsnittsutbytet för det enskilda året = 100.

Number of filled seeds per cone in relative numbers for the Nedansjö clones after open pollination. Average yield for the individual year = 100.

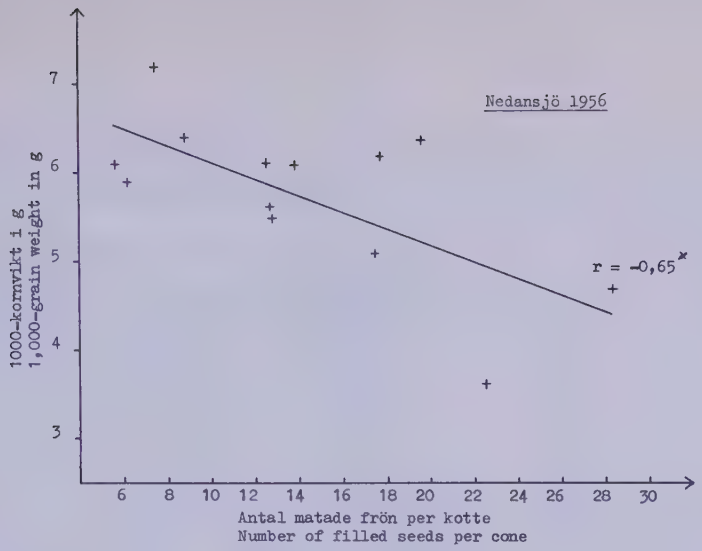


Fig. 9. Sambandet mellan antalet matade frön per kotte, korr. efter torrkottvikt, och det matade fröets 1000-kornvikt för Nedansjöklonerna efter fri avblomning 1956.

The relation between the number of filled seeds per cone adjusted to the dry cone weight and the 1,000-grain weight of the filled seed for the Nedansjö clones after open pollination in 1956.

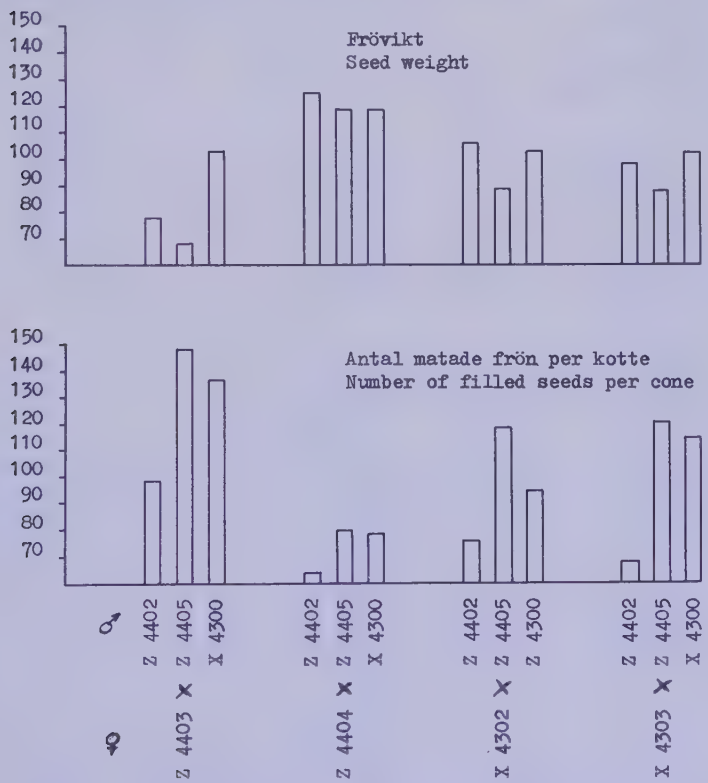


Fig. 10. Antal matade frön per kotte och medelfrövikt efter vägning av varje enskilt frö angivet i relativa tal för 12 korsningskombinationer i Moviken 1962.

Number of filled seeds per cone and average seed weight after weighing each individual seed, given in relative numbers for twelve cross combinations at Moviken in 1962.

Tab. 5.
Antal matade frön per kotte efter kontrollerad pollinering i Moviken 1962.

Number of filled seeds per cone after controlled pollination at Moviken in 1962.

MODERTRÄD Female parents	FADERTRÄD Male parents			MEDELTAL Mean
	Z 4402	Z 4405	X 4300	
Z 4403	13,6	20,3	18,7	17,5
Z 4404	8,7	10,9	10,8	10,1
X 4302	10,4	16,3	13,0	13,2
X 4303	9,3	16,6	15,7	13,9
MEDELTAL Mean	10,5	16,0	14,6	

VARIATIONS-ORSAK Source of variation	FRIHETS-GRADER D.F.	KVADRAT-SUMMA Sum of square	MEDEL-KVADRAT Mean square	VARIANS-KOMPONENT Component of variance	%
MELLAN MODERTRÄD..... Between females	3	82,98	27,66	8,59	47
MELLAN FADERTRÄD..... Between males	2	65,47	32,74	7,72	43
SAMSPEL MODERTRÄD x FADERTRÄD + FEL..... Interaction females x males + error	6	11,28	1,88	1,88	10
TOTAL	11	159,73		18,19	100

KVOTER: Quotients

MODERTRÄD = $\frac{27,66}{1,88} = 14,71^{xx}$ Female parents

FADERTRÄD = $\frac{32,74}{1,88} = 17,41^{xx}$ Male parents

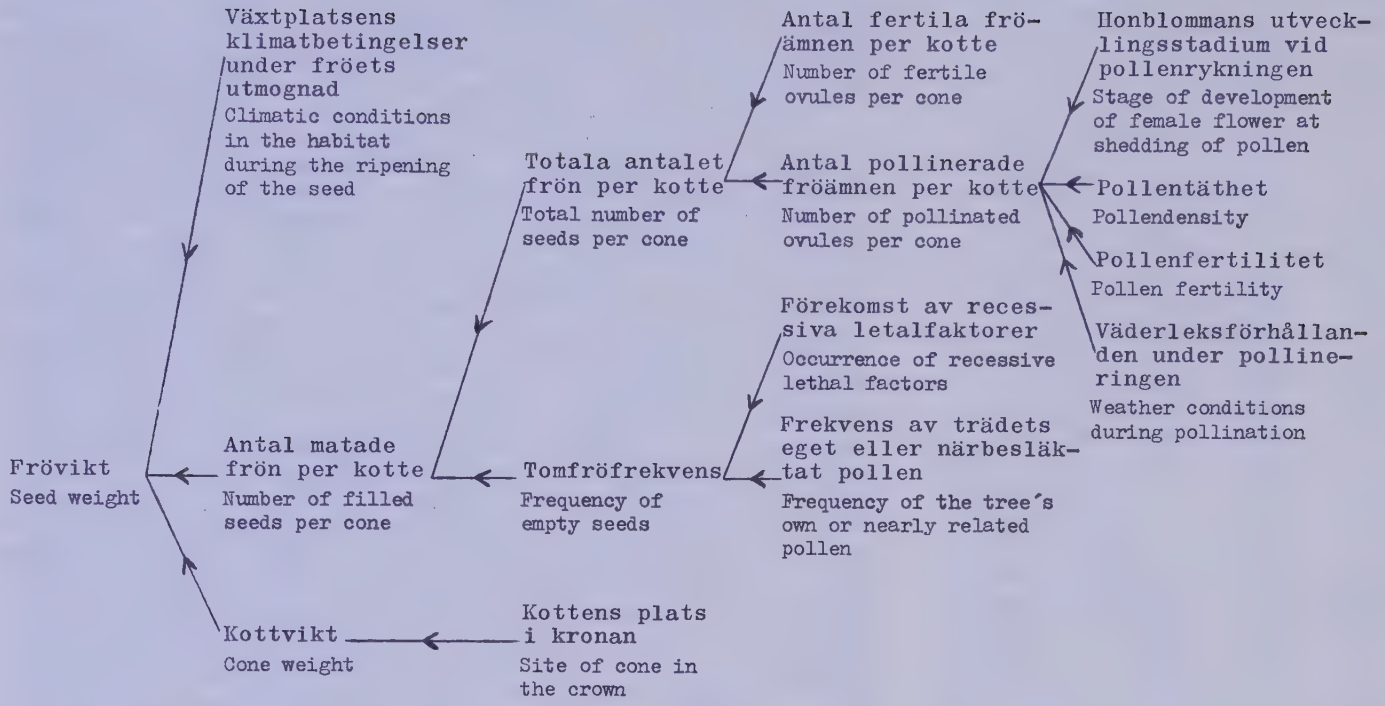


Fig. 11. Exempel på faktorer, som direkt eller indirekt kan ha bidragit till fröviktsvariationen efter fri avblomning.

Example of factors which may have contributed directly or indirectly to the variation in seed weight after open pollination.

skillnader kunnat påvisas. Dessa synes dock till en del kunna återföras på skillnader mellan klonerna avseende antalet matade frön per kotte.

Frövikten uppvisar en stor modifikativ variation. Förutom inflytandet av det på växtplatsen rådande klimatet, varvid fröets utmognad är av avgörande betydelse, är frövikten p.g.a. ovannämnda samvariation med fröutbytet per kotte räknat influerad av ett flertal faktorer bl.a. pollensituationen ur kvantitativ och kvalitativ synpunkt. I fig. 11 har med ledning av citerad litteratur och här erhållna resultat exempel givits på faktorer, som vid fri avblomning direkt och indirekt torde medverkat till fröviktsvariationen.

3.4. Sammanfattande tolkning av resultaten. - Uppkomsten av tomma frön efter fri avblomning kan vara orsakad av ett flertal olika faktorer. Förutom inträffande frost- eller insektsskador kan av olika anledningar och i olika stadier uppträda störningar, som har till följd att zygoten icke utvecklas normalt. Tidigare citerade undersökningar av SARVAS (1962) m.fl. (se 3.1.) är av väsentlig betydelse för tolkningen av här framlagda resultat avseende variation i tomfröprocent. Bl.a. SARVAS' (1962) konstaterande "... that the lack of pollination can hardly have any mentionable direct influence on the formation of empty seed in pine seed crop because the early withering of nonpollinated ovules eliminates the possibility of their developing into empty seed". Tomfröbildningen i det aktuella för fröutmognad gynnsamma klimatläget skulle således icke bero på utebliven pollinering utan huvudsakligen kunna tillskrivas en embryodödlighet, som orsakats av letalitetsgener.

I klonkvarteren är förutsättningar för både självbefruktning, korsning mellan kloner av samma ursprungspopulation och mellan kloner av skilda ursprungspopulationer uppenbara, då ympträden står relativt nära varandra och är planterade klonvis i rader. Den genomsnittliga tomfröfrekvensen, bedömd på 68 prov om vardera 200 frön, uppgår i denna ur pollineringssynpunkt specifika miljö till 25,3 % med en variationsvidd från lägst 3,6 %

till högst 74,4 %. Det föreligger följaktligen stor sannolikhet för att tomfröbildningen delvis är en följd av spontan självpollinering och avspeglar förekomst av letala och subletala gener hos försöksklonerna. - Letala och subletala gener förekommer rikligt i populationer av barrträd (GUSTAFSSON, 1952; EICHE, 1955).

Huruvida påvisade signifikanta klonskillnader i tomfröprocent avslöjar att klonerna i olika hög grad är belastade med dylika gener är däremot osäkert, då det samtidigt föreligger en klonbunden skillnad i hanblomningsintensitet. Härvid åsyftas främst de exemplifierade skillnaderna mellan å ena sidan klonerna Y 4014 och Z 4013, som kännetecknas av låga tomfröfrekvenser och extremt svag hanblomning och å andra sidan klonen Z 4010 med extremt hög tomfröprocent och extremt rik hanblomning.

Denna tolkning får stöd av följande citerade försöksresultat: (1) Tomfröprocenten är mycket lägre hos frö i kottar inom övre tredjedelen av kronan än hos kottar i lägre delar av kronan (SARVAS, 1962). Skillnaden, som erhållits efter fröanalyser i två olika tallbestånd, har hög signifikans. (Ett förtydligande: Tallens honblommor uppträder företrädesvis inom den övre halvan av trädkronan och hanblommorna inom den nedre halvan); (2) Tomfröprocenten ökar mot lägre delar av kronan (ACATAY, 1938 cit. SARVAS, 1962); (3) Stark korrelation föreligger mellan en variabel (α) = procent skott med hanblommor x medellängd hos hanblomställningarna och tomfröprocenten (SARVAS, 1962). Sistnämnda undersökning är baserad på skott- och kotturval, där skotturvalet gjorts i grannskapet av de analyserade kottarna.

Då de citerade resultaten antyder, att det hos tallen icke föreligger någon absolut "tidsbarriär" ifråga om han- och honblommornas blomningstid på samma träd, torde hanblomningsfrekvensen hos försöksklonerna få ökat inflytande på variationen i tomfröprocent. Att hänsyn till detta inflytande må beaktas, talar också det förhållande för att ovannämnda karakteristiska hon- och hanzon, som föreligger inom träd i bestånd, är mindre markerad på ympträd. Både hon- och hanblommor uppträder ej sällan på en och samma gren och särskilt betecknande för rikt han-

blommande kloner är att hanblommorna återfinnes även inom övre halvan av kronan.

I jämförelse med åren 1956 och 1957 har avblomningsåret 1958 i Nedansjö resulterat i väsentligt rikligare kottproduktion och frösättning. Såväl ökningen i totalt fröutbyte som en procentuell ökning i frekvensen matat frö tyder på skillnader i pollineringsförhållandena.

Kontrollerad självpollinering resulterar oftast i höga tomfröfrekvenser (PLYM FORSHELL, 1953; EKLUNDH EHRENBERG och SIMAK, 1957 m.fl.). Som exempel kan noteras, att av EKLUNDH EHRENBERG och SIMAK (1957) undersökta träd (11 st. tallar) tomfröprocenten efter inavel varierade från 59,5 % till 94,6 % med ett medeltal av 78,7 %, medan tomfröprocenten efter fri avblomning uppgick till i genomsnitt 20,6 %. Att döma av undersökningar av SARVAS (1962) kan vid fri pollinering i normala tallbestånd självpollineringens andel av totala pollineringen uppgå till mellan 22 % och 37 % (i genomsnitt 26 %), medan andelen matat frö, som härstammar från självbefruktning, uppskattas till ca 7 % av totala mängden matat frö. SARVAS: "This is made possible by the multi-archegonia system and the polyzygotic polyembryony which allow a rather high embryo mortality without noticeably reducing the birth-rate (the percentage of full seed)."

Det är högst sannolikt att en viss frekvens av i aktuella klonarkiv skördat matat frö är inavelsfrö och att en normal embryoutveckling hos detta frö hämmats. Att döma av procenten frö av embryoklass IV A i förhållande till totala antalet matade oskadade frön synes klimatet på ympträdens växtplats haft ett gynnsamt inflytande på embryo- och endospermutvecklingen. Signifikanta klonskillnader i embryoutveckling kan demonstreras. Huruvida dessa är en följd av frekvensen inavelsfrö i stickproven kan icke avgöras. Då det för de olika proven, som variansanalyserna är baserade på, icke föreligger något samband mellan tomfröprocent och procenten frö av embryoklass IV A av totala antalet matade oskadade frön, tyder detta på att orsaken till ovannämnda klonskillnader icke är en effekt av varierande grad av självbefruktning.

I det redovisade korsningsmaterialet varierar tomfröprocenten från 6,5 % till 18,1 % för de olika kombinationerna, varvid bör observeras att bestämningen är baserad på fröskalets färg (se 2.3.). Att skillnader mellan moderträden föreligger har klart påvisats. Av totalvariansen beror ca 68 % på skillnader mellan moderträd och ca 9 % på skillnader mellan faderträd. Denna genotypskillnad i fertilitet har visat sig ha en påtaglig indirekt effekt på frövikten och därmed också på plantstorlek i tidigt plantstadium.

Frövikten uppvisar en klonbunden variation och skillnaderna mellan de testade moderträden i korsningsmaterialet är statistiskt säkerställd. Såväl variationen mellan ympträd inom samma klon som variationen inom ympträd är dock påfallande stor.

Orsaken till variationen torde både vid fri avblomning och efter kontrollerad korsning delvis vara det påvisade sambandet mellan frövikt och fröutbyte per kotte räknat. Vid fri avblomning är variationen vid sidan av klimatinflytandet indirekt beroende av pollensituationen vid avblomningstillfället, varvid bl.a. pollentäthet, pollenkvalitet och frekvens av klonens eget pollen, som deltagit i befruktningen, har betydelse. Vid kontrollerad korsning kan fröviktsvariationen förutom ovannämnda inflytande av fertilitetsskillnader hos moderträden indirekt ha påverkats av bl.a. honblommans utvecklingsstadium vid pollineringen och pollenkvaliteten. I försöksmaterialet kan man utläsa en tendens, att såväl vid fri avblomning som vid kontrollerad korsning moderträd med högt fröutbyte per kotte kännetecknas av låg frövikt medan moderträd med lågt fröutbyte per kotte har höga frövikter.

Fröets starkt varierande kvalitet understryker betydelsen av noggranna frökontroller vid uppdragning av testmaterial för olika slag av ärftlighetsundersökningar avseende tidig plantutveckling.

KAPITEL 4

FRÖVIKTENS INFLYTANDE PÅ TILLVÄXTEN UNDER 1:STA VEGETATIONS-PERIODEN FÖR FRÖ AV SAMMA EMBRYO- OCH ENDOSPERMKVALITET

Som inledningsvis nämnts (kap. 1) är fröviktens inflytande på planttillväxten verifierad i ett flertal undersökningar. I dessa jämte här nedan citerade har dock icke sambandet inom samma embryoklass närmare belysts.

Inomträdskorrelationen mellan frövikt och plantans första utveckling har tidigare bl.a. studerats i samband med undersökningar avseende olika näringsämnens effekt på planttillväxten. ALDRICH-BLAKE (1930) och MITCHELL (1939) har hos olika Pinus-arter funnit plantans torrvikt vara proportionell mot frövikten. MITCHELL, som även arbetat med Pinus silvestris, har tillämpat korrektionsfaktorer för fröstorlek, härledda ur en genomsnittlig, linjär regression av plantans torrvikt på fröets friskvikt. Samband har undersökts vid olika tidpunkter efter sådd i sandkultur. Hos Pinus laricio var. corsicana har ALDRICH-BLAKE (1930) funnit signifikanta skillnader mellan årsplantans torrvikt av olika fröviktsklasser både i obehandlat material och för plantor, som tillförts olika mängder ammoniumnitrat.

SIMAK och GUSTAFSSON (1954) har hos Pinus silvestris påvisat samband mellan frövikt och planthöjd-30 dagar efter sådd — inom olika moderträd. Funna regressioner av typ $y = a + bx$ har tillämpats vid jämförelse mellan planthöjd efter frö från moderträd och från ympträd inom samma klon. De finner bl.a. att regressionslinjerna hos de olika moderträden delvis har olika lutning och att även skillnader i nivå föreligger.

I samband med testning av selektiv befruktning efter korsningar av typ A x A, A x B och A x (A x B) har SQUILLACE och BINGHAM (1958) hos Pinus monticola Dougl. funnit frövikten korrelerad med epikotyllängd, total längd och antal hjärtblad.

Undersökningar av hypokotylens och epikotylens tillväxt samt plantans torrvikt (utan rot) har utförts hos Pinus densiflora och Pinus Thunbergii avseende reaktion mot varierande näringstillförsel (OHBA, OKADA, SHIODA, MATO och OKAMOTO, 1965).

Försöksmaterialet omfattar plantor av frö från enskilda träd och av frö av olika provenienser.

Författarna konstaterar bl.a. att inflytandet av såddtäthet (2 olika täthetsgrader) och gödslingsgiva (NPK-gödsling i 3 olika doseringar jämte ogödslade parceller) på nämnda plantegenskaper, 5 mån. efter sådd, har hög signifikans och att det beträffande torrvikt och epikotyllängd föreligger signifikant samspel mellan träd och gödslingsgiva resp. mellan provenienser och gödslingsgiva. Vidare påvisas skillnader i regressionskoefficienter för epikotyllängd hos avkommegrupper av olika träd och för olika provenienser av Pinus densiflora, då regressionslinjerna grundas på blockmedeltal (x) och avkommans medeltal inom blocket (y) samt att dessa skillnader icke beror på fröets 1000-kornvikt.

Såväl efter fri avblomning som vid kontrollerad korsning har i kap. 3 påvisats skillnader i frökvalitet av sådan storleksordning, att det synes angeläget att närmare undersöka inflytandet på plantans utveckling. Härvid har huvudvikten lagts vid att undersöka regressionen av epikotylens längd på frövikt för frö av samma embryo- och endospermkvalitet i morfologiskt avseende. Genom att på detta sätt eliminera de skillnader, som påvisats hos moderträdens frö i embryokvalitet, torde frövikts-inflytandet skarpast kunna bestämmas. Det har också bedömts vara värdefullt att belysa, vilka skillnader som uppkommit i rotsystemets utveckling under groningsåret beroende på varierande frövikter.

Av de samtidigt sådda fröna hade 85 % grott efter 11 dygn och 92 % efter 17 dygn, vilket får betecknas som ett snabbt groningsförlopp med hög groningsprocent. Bortfallet genom icke grodda frön varierar från ±0 för 5 försöksled till högst 12. Totalt uppgick bortfallet slutgiltigt till 6,7 %. Den höga groningsprocenten är en följd av fröets förstklassiga embryo- och endospermkvalitet (tab. 6).

Tab. 6.
Antal grodda frön i procent av utsådda efter 11 dygn. Frö av embryoklass IV A. - Sandkultur i växthus, Ultuna.

Number of germinated seeds within 11 days as a percentage of seeds sown. Seed of embryo type IV A. Germination in sand in greenhouse at Ultuna.

KLON Clone	AVBLOMNING Open pollination	%	KLON Clone	AVBLOMNING Open pollination	%	KLON Clone	AVBLOMNING Open pollination	%
Z 4005	Nedansjö 1957	92	Z 4012	Nedansjö 1957	80	Z 4013	Nedansjö 1957	96
	- " -	90		- " -	76		- " -	96
	- " -	94		- " -	90		- " -	92
	Moviken 1958	78		Moviken 1958	82		Moviken 1958	100
	- " -	82		- " -	98		- " -	94
	- " -	84		- " -	90		- " -	94
	Nedansjö 1958	28		Nedansjö 1958	98		Nedansjö 1958	98
Z 2017	Nedansjö 1957	92	Y 4014	Nedansjö 1957	88			
	- " -	98		- " -	90			
	Moviken 1958	96		Moviken 1958	94			
	- " -	98		- " -	98			
	Nedansjö 1958	98		Nedansjö 1958	94			

4.1. Inflytande på hypokotylens och epikotylens tillväxt. Försöksmaterialet utgöres av frö och plantor efter fri avblomning i Nedansjö 1957 och 1958 samt efter fri avblomning i Moviken 1958. Närmare beskrivning av material och metodik återfinnes i 2.4.1. Fördelade på fröviktsklasser från 3,0 mg till 8,5 mg uppvisar plantorna en ökning i hypokotyllängd, epikotyllängd och följaktligen även i total plantlängd med ökad frövikt (fig. 12). Resultatet av mätningarna, som utfördes 110 dygn efter sådd, gav också vid handen att hypokotylens regression är påfallande mindre krökt än epikotylens resp. totala plantlängdens regression på frövikt.

För de olika avkommegruppernas medelvärden åskådliggörs de aktuella sambanden i fig. 13. Även här finner man skillnader mellan hypokotylens och epikotylens tillväxt i förhållande till frövikt. För den förstnämnda variabeln föreligger ett relativt påtagligt inflytande medan sambandet mellan frövikt och epikotyllängd icke kan påvisas. Dock kan ett svagt samband registreras för 1958 års material. Vidare finner man för både hypokoty-

Tab. 7.
Frövikt och samband mellan frövikt och epikotyllängd inom avkommegrupper 110 dygn efter sådd i växthus i Ultuna 1960.

Seed weight and correlation between seed weight and length of epicotyl within groups of progenies 110 days after sowing in greenhouse at Ultuna in 1960

KLON	YMP-TRÄD NR	AVBLOMNINGS-LOKAL OCH ÅR	ANTAL PLANTOR	FRÖVIKT EMBRYOKLASS IV A	SAMBAND FRÖVIKT (x) EPIKOTYLENS LÄNGD (y)	
Clone	Graft no.	Place and year of open pollination	No. of plants	Weight of seed in embryo type IV A	Correlation between seed weight (x) and length of epicotyl (y)	
				0,01 mg	b	r
A1 Z 4005	1	Nedansjö 1957	42	637,6 ± 14,7	0,0223	0,4675 xx
A2 - " -	2	- " -	46	669,7 ± 14,2	0,0179	0,4035 xx
A3 - " -	3	- " -	48	711,5 ± 14,7	0,0140	0,3257 x
A4 - " -	1	Moviken 1958	38	621,8 ± 16,2	0,0130	0,2579
A5 - " -	2	- " -	46	601,9 ± 15,0	0,0376	0,7113 xxx
A6 - " -	3	- " -	46	538,5 ± 12,5	0,0040	0,0979
A7 - " -	x)	Nedansjö 1958	45	664,1 ± 13,9	0,0191	0,2535
B1 Z 4012	1	Nedansjö 1957	43	693,1 ± 12,7	0,0356	0,4459 xx
B2 - " -	2	- " -	40	772,8 ± 16,3	0,0243	0,5114 xxx
B3 - " -	3	- " -	46	724,3 ± 13,8	0,0337	0,6250 xxx
B4 - " -	1	Moviken 1958	47	555,2 ± 12,6	0,0280	0,6218 xxx
B5 - " -	2	- " -	50	657,5 ± 11,7	0,0193	0,3318 x
B6 - " -	3	- " -	46	656,7 ± 13,8	0,0049	0,0997
B7 - " -	x)	Nedansjö 1958	49	668,9 ± 13,9	0,0191	0,3586 x
C1 Z 4013	1	Nedansjö 1957	49	780,1 ± 12,0	0,0116	0,2050
C2 - " -	2	- " -	49	796,3 ± 14,1	0,0241	0,4147 xx
C3 - " -	3	- " -	48	813,0 ± 16,3	0,0170	0,3921 xx
C4 - " -	1	Moviken 1958	49	641,0 ± 17,9	0,0241	0,5241 xxx
C5 - " -	2	- " -	48	714,6 ± 16,7	0,0200	0,3996 xx
C6 - " -	3	- " -	50	789,6 ± 14,0	0,0223	0,3848 xx
C7 - " -	x)	Nedansjö 1958	50	610,5 ± 13,5	0,0154	0,2804 x
D1 Z 2017	1	Nedansjö 1957	47	689,9 ± 10,1	0,0211	0,3512 x
D2 - " -	2	- " -	50	598,6 ± 8,8	0,0332	0,5191 xxx
D3 - " -	1	Moviken 1958	50	583,8 ± 14,9	0,0168	0,4128 xx
D4 - " -	2	- " -	49	555,4 ± 10,3	0,0334	0,4886 xxx
D5 - " -	x)	Nedansjö 1958	48	602,8 ± 12,4	0,0135	0,1890
E1 Y 4014	1	Nedansjö 1957	44	586,8 ± 7,9	0,0101	0,1096
E2 - " -	2	- " -	46	607,6 ± 12,6	0,0214	0,4233 xx
E3 - " -	1	Moviken 1958	49	504,0 ± 9,9	0,0157	0,2856 x
E4 - " -	2	- " -	47	456,4 ± 9,4	0,0232	0,4080 xx
E5 - " -	x)	Nedansjö 1958	47	462,7 ± 10,0	0,0342	0,5327 xxx

x) Frö från 50 slumpvis utvalda kottar av total kottproduktion.
Seed from 50 randomly selected cones of the total cone crop.

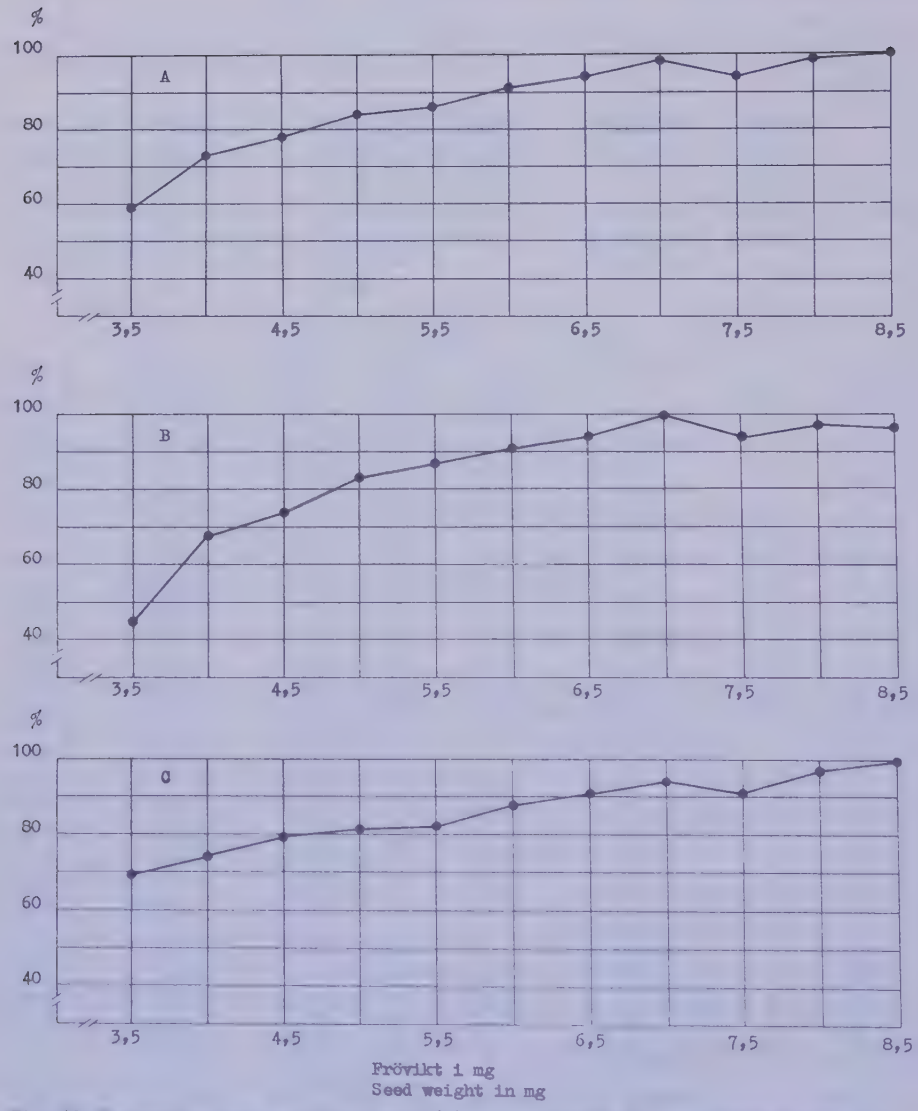


Fig. 12. Regressionen av total plantlängd (A), epikotyllängd (B) och hypokotyllängd (C) på frövikt för totala försöksmaterialet, fördelat på frövikts klasser. Medeltalen för varje tillväxtvariabel angivna i procent av tillväxten i den frövikts klass, som resulterat i största tillväxten. Frö av embryoklass IV A. Sådd i Ultuna 1960.

Regression of total length (A), epicotyl length (B) and hypocotyl length (C) on the seed weight for the total experimental material distributed by classes of seed weight. The averages for each growth variable are given as percentages of the growth in the seed-weight class which yielded the maximum growth. Seed of embryo type IV A. Sowing at Ultuna in 1960.

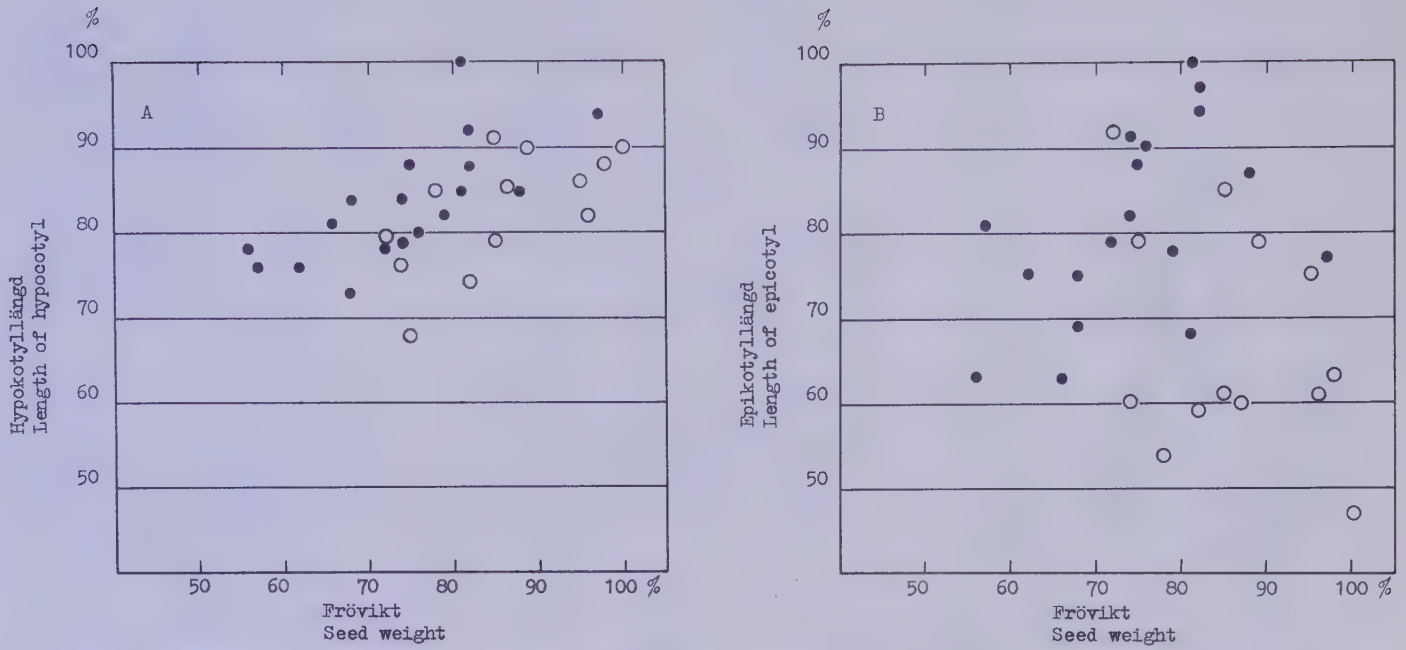
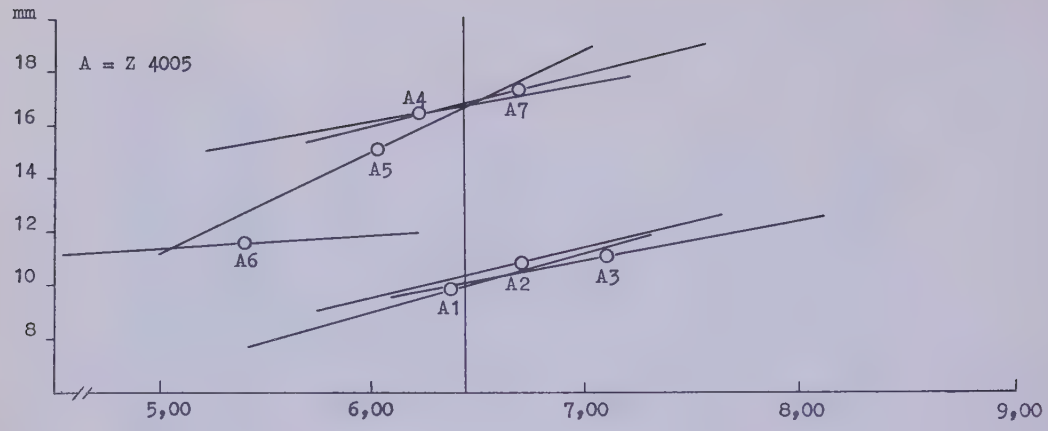
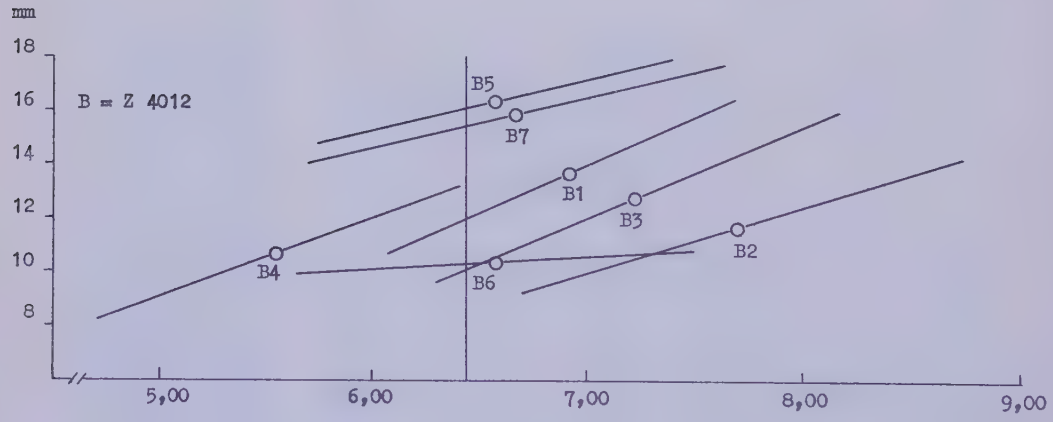
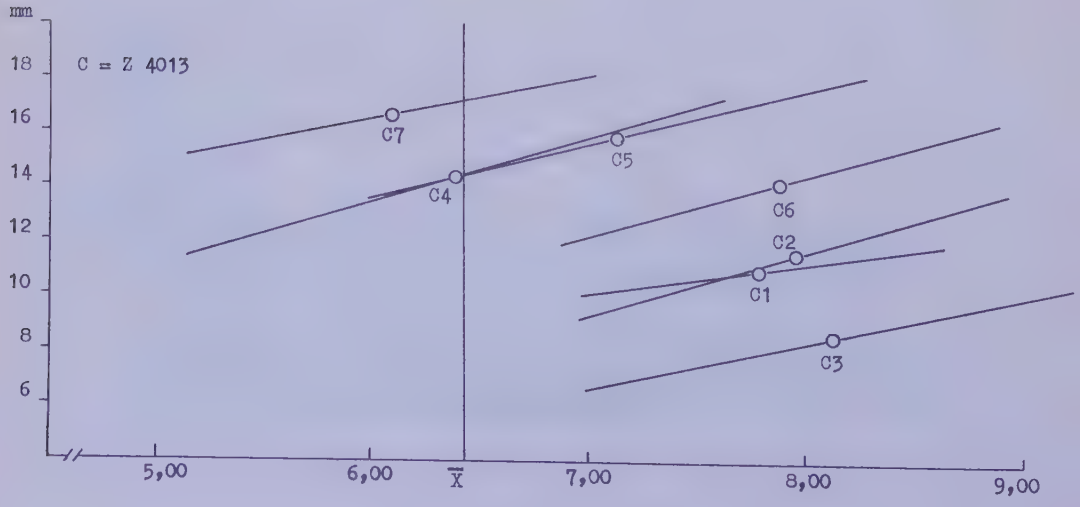


Fig. 13. Samband mellan frövikt och hypokotyllängd (A) samt frövikt och epikotyllängd (B) för avkommegruppernas medelvärden i relativa tal. Högsta värdet för hypokotylens och epikotylens längd samt frövikt = 100. Frö av embryoklass IV A efter fri avblomning i Nedansjö 1957 (O), Nedansjö och Moviken 1958 (●). Sådd i Ultuna 1960.

Correlation between seed weight and hypocotyl length (A) and seed weight and epicotyl length for the mean values of the progenies in relative numbers. The maximum value for the length of the hypocotyl and epicotyl and the seed weight = 100. Seed of embryo type IV A after open pollination at Nedansjö in 1957 (O) and Nedansjö and Moviken in 1958 (●). Sowing at Ultuna in 1960.


mm
A = Z 4005
18
16
14
12
10
8
A4
A7
A5
A6
A2
A3
A1
5,00
6,00
7,00
8,00
9,00


mm
B = Z 4012
18
16
14
12
10
8
B5
B7
B1
B3
B2
B4
B6
5,00
6,00
7,00
8,00
9,00


mm
C = Z 4013
18
16
14
12
10
8
6
C7
C5
C4
C6
C2
C1
C3
5,00
6,00
X̄
7,00
8,00
9,00

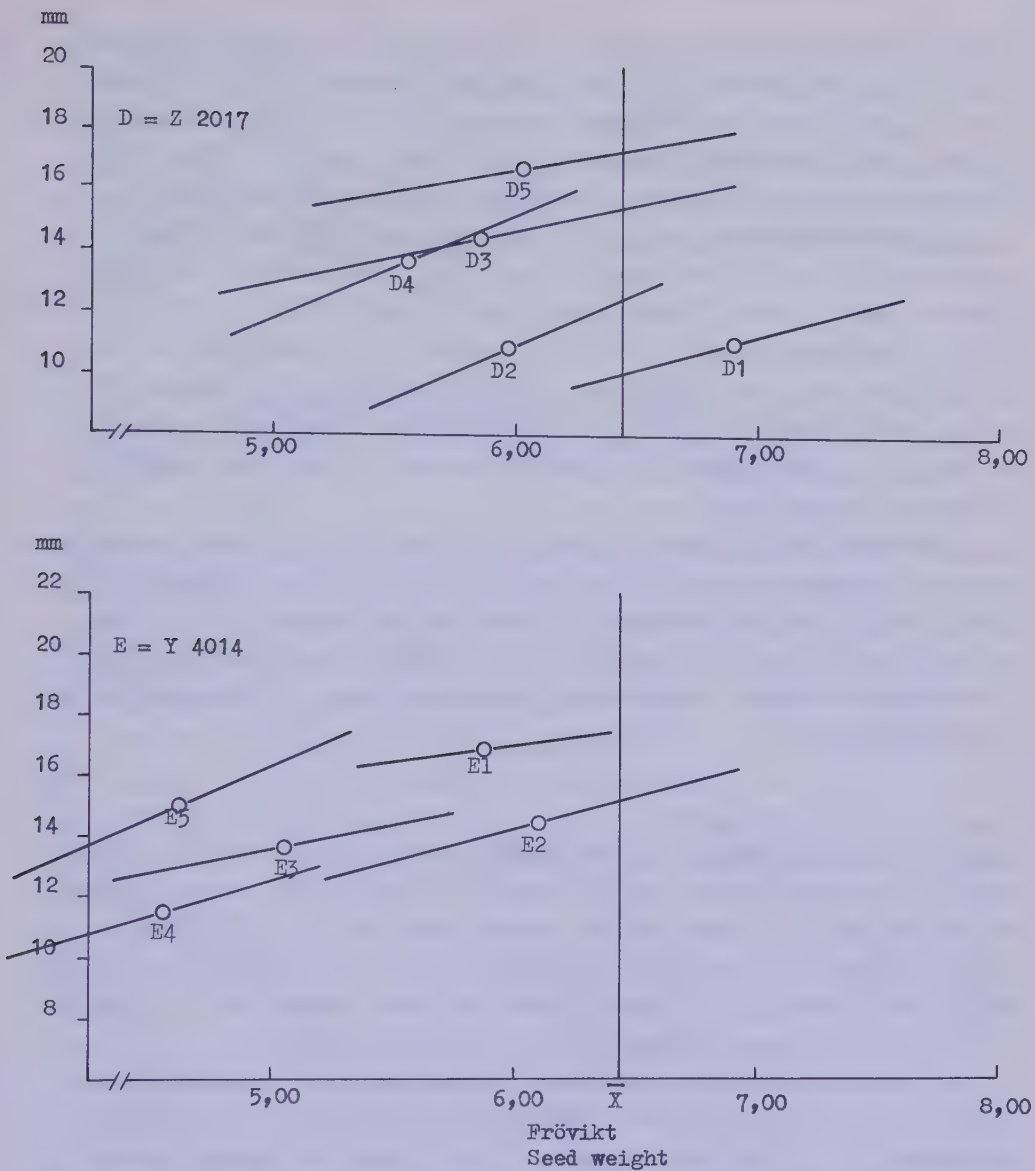


Fig. 14. Regressioner av epikotyllängd på frövikt 110 dygn efter sådd. Regressionslinjernas begränsning = standardavvikelse i frövikt. Beteckningarnas betydelse framgår av tab. 7 och i samma tabell återfinnes regressions- och korrelationskoefficienter.

Regressions of epicotyl length on seed weight 110 days after sowing. Length of regression lines = standard deviation in seed weight. The meaning of the symbols is given in Table 7 and the regression and correlation coefficients are to be found in the same table.

len och epikotylen en tendens till lägre relativa tal hos material efter avblomning 1957 än efter avblomning 1958 vid samma fröviki. Detta är den främsta orsaken till att nedan beskrivna starka inomträdssamband mellan frövikt och epikotyllängd icke framträder vid en jämförelse mellan samtliga avkommegrupper.

Inomträdssamband mellan frövikt och epikotylens längd belyses dels i tab. 7 och dels i fig. 14. Inom samtliga avkommegrupper ökar epikotyllängden med ökad frövikt. Så är också fallet hos avkommegrupper efter frö samplat ur fröskörden av totalt 50 kottar, som i sin tur slumpvis utvalts av klonens totala kottproduktion (se fig. 14 och avkommegrupperna A7, B7, C7, D5 och E5). Inom flertalet avkommegrupper är korrelationskoefficienten signifikant.

Regressionslinjernas lutning varierar för olika avkommegrupper. Avkommegrupper av moderträdet Z 4012 har genomgående något högre regressionskoefficienter än avkommegrupper av moderträdet Z 4013. Vid den grafiska framställningen av regressionslinjerna anger regressionslinjernas längd standardavvikelsen i frövikt.

4.2. Inflytande på rotsystemets utveckling. - Med fotografier exemplifieras rotsystemets utveckling inom olika avkommegrupper efter 1:sta vegetationsperioden och i förhållande till frövikten (fig. VII). Man finner att de i hög grad modifikativt betingade fröviktsskillnaderna inom samma träd bidragit till variationen avseende plantrötternas utveckling.

Plantans rotsystem och dess balans med den vegetativa utvecklingen ovan mark är av största betydelse för en fortsatt kontinuerlig tillväxt. För plantor med svagt utvecklat rotsystem i förhållande till stam- och grenvolym innebär en omplantering ett inträdande i en utvecklingsfas av mer eller mindre hämmad tillväxt. Hos tallen torde denna "stampningsperiod" upphöra under 2:a eller 3:e året efter omplanteringen. Ur försöksteknisk synpunkt är det angeläget att plantorna behandlas på ett likartat sätt vid omskolning och vid utplantering i fältförsök för att förhindra införandet av en okontrollerbar varia-

tionsorsak. Särskilt betydelsefullt är givetvis detta i undersökningar, som avser att studera effekten av under groningsåret uppkommen variation på tillväxten under senare plantstadier. Frågan om hur länge ett i tidigt plantstadium konstaterat inflytande av frövikt på plantstorlek är påvisbart torde bl.a. sammanhänga med tillämpad metodik vid omplanteringar av plantmaterialet.

4.3. Sammanfattande tolkning av resultaten. - Fröviktens inflytande på plantans tillväxt under 1:sta året kan verifieras även hos ett frömaterial, som är homogent beträffande embryo- och endospermkvalitet i morfologiskt avseende. Sambandet är således i det aktuella försöksmaterialet oberoende av det förhållande som påvisats av SIMAK (1955), att hos frö av samma moderträd låga viktfraktioner har mindre frekvens frö av fullgod embryokvalitet än höga viktfraktioner och att fröets embryokvalitet inverkar på plantans tillväxt.

Sambandet mellan frövikt och planttillväxt har undersökts för olika tillväxtvariabler. Uppmärksamheten har främst riktats på epikotylen. Man kan förvänta, att epikotylens tillväxt skall vara mindre påverkad av frövikten än vad hypokotylen och totala plantlängden är och därmed lämplig att utnyttja som "markör" för genotypiskt betingade tillväxtskillnader. Här kan konstateras att epikotylens genomsnittliga tillväxt hos avkommegrupper varierar oberoende av medelfrövikten vid en jämförelse mellan samtliga i försöket ingående avkommegrupper, men visar dock ett visst inflytande om man enbart betraktar avkommor efter 1958 års avblomning. Inom försöksled, d.v.s. hos avkommor av samma moderträd efter fri avblomning på samma lokal och år, ökar epikotyllängden med ökad frövikt. Så är också fallet om totala materialet fördelas på fröviktsklasser. Såväl epikotyllängd som hypokotyllängd och total plantlängd kan påvisas öka med en ökning av frövikten.

Det påtagliga sambandet mellan frövikt och avkommans epikotyltillväxt, som kan påvisas inom avkommegrupper, framträder således icke vid jämförelse mellan avkommegrupper. De skillna-

der, som kan exemplifieras i epikotyllängd mellan avkommegrupper med likartad frökvalitet avseende vikt samt embryo- och endospermkvalitet i morfologiskt avseende, antyder vad gäller avkommor av samma årsskörd en genotypbetingad variation. Samtidigt demonstreras för avkommegrupper av samma moder påtagliga skillnader i epikotyltillväxt hos olika årsskördar. I kap. 5 analyseras närmare variationen i tillväxt.

Att döma av sambandet mellan frövikt och rotsystemets utveckling inom träd, torde uppkomna skillnader i rotstorlek (eller balans mellan rot och krona) förväntas öka den modifikativt betingade variationen i plantstorlek.

KAPITEL 5

JÄMFÖRELSE MELLAN AVKOMMEGRUPPER AVSEENDE TILLVÄXT I TIDIGT PLANTSTADIUM

Uppdrages plantor under mycket likartade yttre betingelser av frö med samma embryo- och endospermkvalitet och känt till sin vikt, torde möjligheten öka att med epikotylens längd som variabel (markör) påvisa genotypiskt betingade skillnader i tillväxt. Dessa antaganden prövas här nedan för de olika avkommegrupperna efter fri avblomning i varierande pollenmiljöer.

I 5.2. redovisas resultatet av tillväxtstudier hos olika korsningskombinationer i avsikt att ytterligare belysa frökvalitetens inflytande och undersöka om det föreligger nivåskillnader i regressionerna av planttillväxt på frövikt.

5.1. Avkommegrupper efter fri avblomning i olika pollenmiljöer. – Det torde ha framgått av föregående kapitel att vid jämförelse mellan olika avkommegruppers initialtillväxt hänsyn bl.a. måste tagas till fröets embryo- och endospermkvalitet samt frövikt. Lika betydelsefullt synes det vara att korrigeringen efter frövikt icke baseras på genomsnittsfrövikt utan utföres på ett sätt, som beaktar variationen inom avkommegrupper. Av de i fig. 14 visade regressionerna av epikotyllängd på frövikt för frö av samma embryo- och endospermkvalitet framgick, att dessa påtagligt varierade i nivå. De olika regressionslinjerna har utnyttjats för en jämförelse av epikotyltillväxten hos olika avkommegrupper vid samma frövikt. Det efter frövikt korrigerade epikotylvärdet är fastställt av skärningspunkten mellan regressionslinjen och den vertikala linje, som representerar medelfrövikten hos totala försöksmaterialet, sedan moderträdets genomsnittliga och vägda regressionskoeffecient tillämpats på regressionen. De korrigerade värdena redovisas i fig. 15 tillsammans med de olika avkommegruppernas frövikt. Här redovisas också resultat efter undersökning av en observerad skillnad i plantutveckling 80 dygn efter sådd. Denna skillnad innebar, att plantor

av olika avkommegrupper hade utbildat terminalknopp i varierande antal, markerande en olikhet i utvecklingsfas. Det skulle senare visa sig, att mer påtagliga differenser överensstämde med tillväxtens avslutande på hösten, registrerad vid en plantålder på 5 resp. 6 år med ledning av vissa för plantans invintringsstadium karakteristiska yttre kännetecken (se kap. 6).

Man finner av fig. 15 att variationsmönstret för den variabel, som anger olikhet i utvecklingsfas, överensstämmer påtagligt bättre med variationen i korrigerad epikotyllängd än med variationen i frövikt. Avblomningsåret 1957 i Nedansjö har för samtliga kloner resulterat i avkommor med mindre medelvärden för korrigerad epikotyllängd (undantag Y 4014) och mindre frekvens plantor, som icke utbildat terminalknopp, än vad materialet från 1958 års avblomning på samma lokal kan uppvisa. Avkommor efter Y 4014 har efter avblomning i samtliga miljöer större genomsnittlig korrigerad epikotyllängd och högre frekvens plantor, som icke utbildat terminalknopp, än övriga kloners avkommor. Avkommor efter klon Z 4012 har avseende båda variablerna en ur tillväxtsynpunkt positivare utveckling än avkommor av klon Z 4013 oberoende av avblomningsmiljö (undantag: Efter fri avblomning i Nedansjö 1958 är avkommorna likvärdiga avseende korrigerad epikotyllängd).

Variansanalysen i tab. 8 avseende korrigerad epikotyllängd visar, att det föreligger hög signifikans för skillnaden mellan avblomningsmiljöer, medan inflytandet av klonen (moderträdet) liksom samspelseffekt mellan miljö och klon icke är statistiskt säkerställd. För variabeln avseende utbildandet av terminalknopp är skillnaden mellan avblomningsmiljö, mellan kloner liksom samspelet mellan klon och miljö signifikant (tab. 9). Tolkningen av dessa båda variansanalyser framgår av 5.3.

Den ovannämnda markanta skillnaden mellan avblomningsmiljöer framgår också av en kompletterande tillväxtanalys, som utförts sedan plantorna omskolats vid 1 års ålder och avslutat 2:a årets tillväxt. Försöksmetodik och försöksplan har redovisats i 2.4.2. Den studerade variabeln är skottlängd från hjärtbladskransen t.o.m. toppknoppen, d.v.s. epikotyllängd + 2:a årets toppskottslängd. Mätningen utfördes sedan skottsträck-

ningen under 2:a vegetationsperioden upphört hos samtliga plantor. I tab. 10 redovisas tillväxten i längd per mg frövikt och i fig. 16 åskådliggörs sambandet mellan denna variabel och tidpunkten för utbildandet av terminalknopp, bestämd 80 dygn efter sådd. Man finner ett klart samband mellan dessa båda variabler (r = 0,75).

Fröviktens inflytande på plantstorlek är påvisbar även efter 2:a vegetationsperioden och särskilt framträdande för plantor inom samma avkommegrupp. Detta exemplifieras i fig. VIII.

5.2. Avkommor efter kontrollerad korsning. - I korsningsmaterialet, som tidigare beskrivits i 2.1.3. och 2.4.4., demonstreras fröviktsinflytandet på tidig planttillväxt i tab. 11 och fig. 17. Korrelationskoefficienten inom korsningskombinationer varierar från r = 0,11 till r = 0,54.

Då fröet till skillnad från testmaterialet efter fri avblomning icke representeras av enbart klass IV A, kan påvisade skillnader mellan avkommor av olika moderträd även till en del förväntas vara en följd av skilda embryokvaliteter hos de olika moderträdens frö. En kollationering av denna variationsorsak har här möjliggjorts, genom att man på röntgenplåten kan återfinna den enskilda plantans frö och där studera embryots och endospermets morfologiska egenskaper. Av resultatet, som visas infällt i fig. 17, kan man utläsa skillnader avseende frekvensen frö av embryoklass IV A i förhållande till totala antalet matade frön och att moderträdet med högsta medelfrövikt genomsnittligt har högre frekvens frö av klass IV A än moderträdet med lägsta medelfrövikt. Särskilt betydelsefullt är att man kan konstatera, att regressionslinjer för korsningskombinationer vari moderträdet X 4303 ingår skiljer sig i nivå från de regressionslinjer, som representerar moderträdet X 4302 för samma fröviktsintervall och vid likartad embryokvalitet.

Tab. 8.
[illegible]
[illegible]
Sådd i Ultuna 1962.

Analysis of variance of seedling height 150 days after sowing, adjusted in accordance with the within-class correlation between the seedling height and the seed weight.
Sowing at Ultuna in 1962.

VARIATIONSORSAK Source of variation	FRIHETS-GRADER D.F.	KVADRAT-SUMMA Sum of squares	MEDEL-KVADRAT Mean square
MELLAN KLONER .... Between clones	4	55,18	13,[illegible]
MELLAN AVKOMMINGSMILJÖER Between environs[x]	2	150,90	75,4[illegible]
SAMSPEL KLON x AVKOMMINGSMILJÖ .... Interaction clones x environs	8	[illegible]	[illegible]
VARIATION INOM GRUPPER MED SAMMA KLON OCH MILJÖ ("FEL") .... Variation within groups with the same clone and environ	15	[illegible]	[illegible]
TOTAL	30	302,31	

KVOTER: KLONER $\frac{13,[illegible]}{[illegible]}$ = [illegible] $\frac{13,[illegible]}{[illegible]}$ = [illegible]*

Quotients Clones

AVKOMMINGSMILJÖER $\frac{75,4[illegible]}{[illegible]}$ = [illegible]** $\frac{75,4[illegible]}{[illegible]}$ = [illegible]***

Environs

SAMSPEL $\frac{[illegible]}{[illegible]}$ = 1,[illegible]

Interaction

x) Place and year of open pollination.

Tab. 9.
Variansanalys av procent plantor, som 80 dygn efter sådd icke utbildat terminalknopp. Transformering till motsvarande vinkelvärde (y) enligt funktionen $y = 2 \cdot \arcsin \sqrt{x}$.
Sådd i Ultuna 1960.

Analysis of variance of percentage of plants which had not developed terminal buds 80 days after sowing. Transformation to corresponding angular value (y) by the formula $y = 2 \cdot \arcsin \sqrt{x}$.
Sowing at Ultuna in 1960.

VARIATIONSORSAK Source of variation	FRIHETS-GRADER D.F.	KVADRAT-SUMMA Sum of square	MEDEL-KVADRAT Mean square
MELLAN KLONER ..... Between clones	4	4,6274	1,1568
MELLAN AVBLOMNINGSMILJÖER Between environs[x)]	2	3,0936	1,5468
SAMSPEL KLON x AVBLOMNINGSMILJÖ ..... Interaction clones x environs	8	0,8397	0,1050
VARIATION INOM GRUPPER MED SAMMA KLON OCH MILJÖ ("FEL") ..... Variation within groups with the same clone and environ	16	0,5613	0,0351
TOTAL	30	9,1220	
KVOTER: KLONER Quotients Clones	$\frac{1,1568}{0,1050} = 11,02^{xx}$		$\frac{1,1568}{0,0351} = 32,96^{xxx}$
AVBLOMNINGSMILJÖER Environs	$\frac{1,5468}{0,1050} = 14,73^{xx}$		$\frac{1,5468}{0,0351} = 44,07^{xxx}$
SAMSPEL Interaction	$\frac{0,1050}{0,0351} = 2,99^{x}$		

x) Place and year of open pollination.

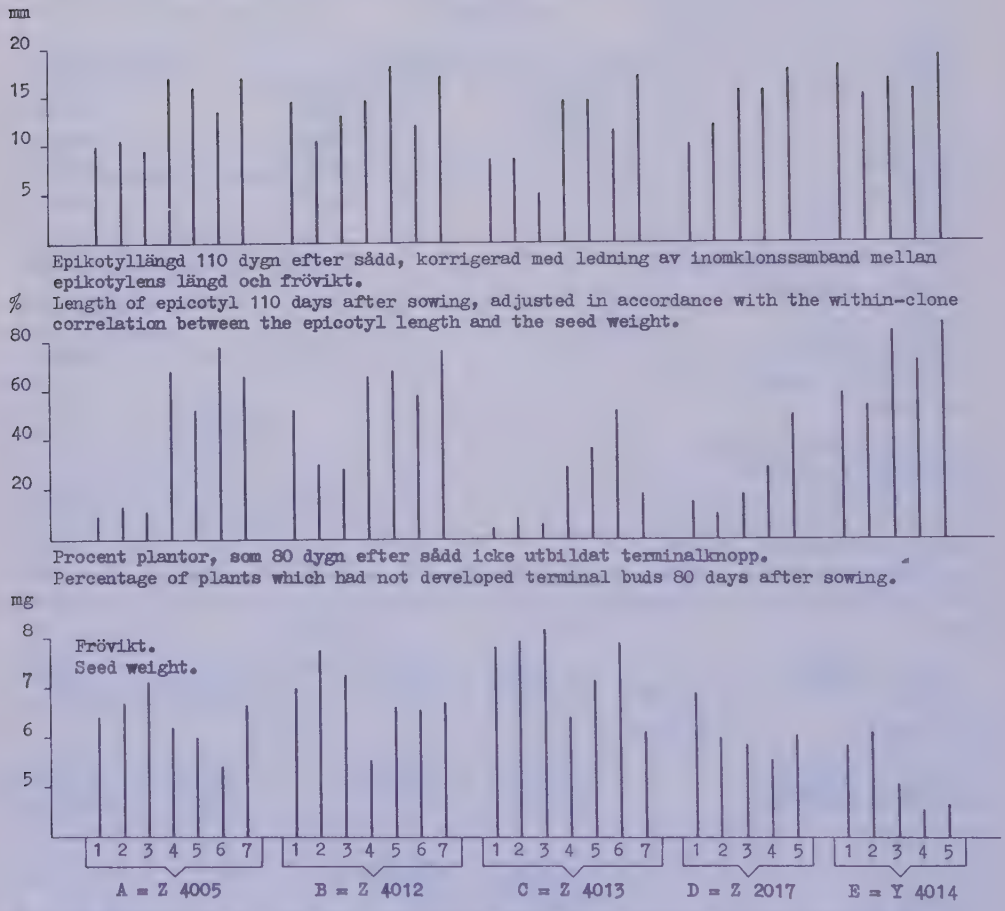


Fig. 15. Epikotyllängd, tidpunkt för utbildandet av terminalknopp samt frövikt för avkommorna A1, A2....E4, E5.
Length of epicotyl, the time of formation of terminal bud and seed weight for the progenies A1, A2....E4, E5.

Tab. 10.
Tillväxt per mg frövikt = (epikotyllängd + 2:a årets toppskottslängd)/frövikt. Sådd i växthus 1960. Toppskottslängden registrerad efter omskolning i bänkgård, Ultuna.

Growth per milligram of seed weight = (epicotyl length + length of second-year leading shoot)/seed weight. Sown in greenhouse in 1960. Length of leading shoot recorded after transplantation into frames at Ultuna.

BLOCK	KLON / AVBLOMNINGSMILJÖ			Clone / Place and year of open pollination											MEDELTAL Mean
	Z 4005			Z 4012			Z 4013			Z 2017			Y 4014			
	I x)	II x)	III xx)	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
1	4,44	5,46	3,91	5,75	5,77	6,86	3,98	5,14	5,80	5,14	6,32	8,11	6,00	6,46	8,01	5,81
2	5,15	5,70	6,21	5,06	6,24	6,69	4,16	4,62	6,34	4,82	6,62	4,64	6,32	6,03	6,92	5,70
3	4,64	6,84	6,04	4,95	5,73	5,76	4,04	5,29	6,74	4,87	6,43	6,05	6,05	6,77	6,41	5,77
4	3,91	5,49	6,38	4,45	5,91	6,02	4,27	4,65	7,56	4,35	6,51	5,70	5,59	7,11	7,18	5,67
5	4,42	5,52	5,22	4,76	5,27	6,04	3,90	5,50	6,07	4,75	5,51	6,67	5,90	6,80	5,53	5,46
6	4,57	5,69	6,13	4,65	5,41	5,90	3,59	4,78	4,87	4,34	5,66	5,33	5,65	6,46	6,14	5,28
7	4,33	6,16	4,23	5,00	5,52	4,69	3,79	4,52	5,76	3,73	5,66	5,37	5,60	6,17	7,96	5,23
8	4,51	6,12	5,02	5,04	5,51	6,22	4,21	4,69	6,05	4,70	6,46	6,68	5,78	6,20	8,45	5,71
9	4,22	5,84	7,11	5,93	5,87	6,03	4,01	5,52	6,29	5,07	5,83	8,46	6,09	6,16	6,58	5,93
10	3,89	6,02	7,60	4,84	5,87	6,14	3,67	5,28	6,42	4,24	5,57	5,81	5,78	6,79	7,77	5,71
MEDEL-TAL Mean	4,41	5,88	5,79	5,04	5,71	6,04	3,96	5,00	6,19	4,60	6,06	6,28	5,88	6,50	7,10	

I = Nedansjö 1957
II = Moviken 1958
III = Nedansjö 1958

x) För Z 4005, Z 4012 och Z 4013 medelvärden av 3 parcellmedeltal, för Z 2017 och Y 4014 medelvärden av 2 parcellmedeltal.
The values under Z 4005, Z 4012 and Z 4013 are mean values of three plots and the values under Z 2017 and Y 4014 are mean values of two plots.

xx) Parcellmedeltal.
Plot average.

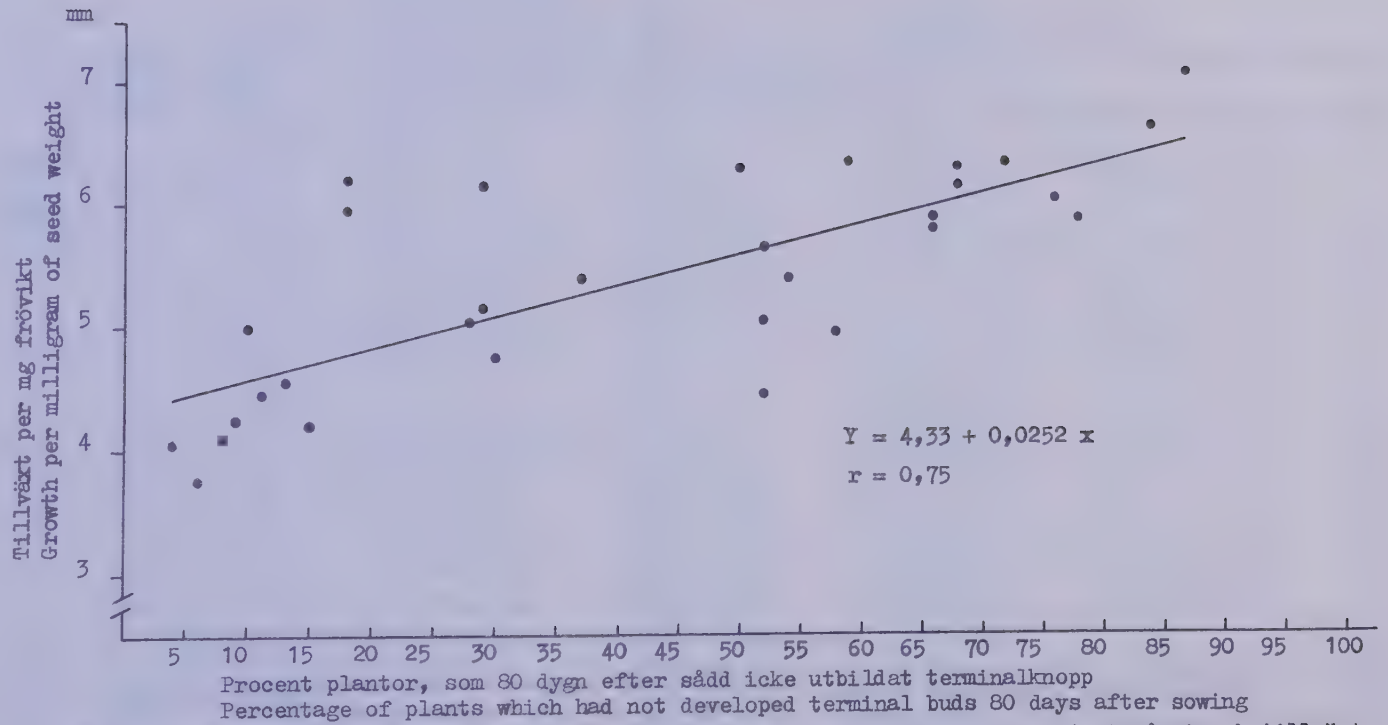


Fig. 16. Sambandet mellan tidpunkten för utbildandet av terminalknopp under 1:sta året och tillväxt per mg frövikt = (epikotyllängd + 2:a årets toppskottslängd)/frövikt. Ultuna.

Correlation between the time of formation of terminal bud during the first year and growth per milligram of seed weight = (epicotyl length + length of second-year leading shoot)/seed weight. Ultuna.

Tab. 11.
Frövikt och samband mellan frövikt och skottlängd (epikotyllängd + 2:a årets toppskottslängd) för olika korsningskombinationer jämte fri avblomning. Sådd i växthus i Ultuna juli 1964. Jiffy-pots med 1 frö i varje kruka.

Seed weight and correlation between seed weight and shoot length (epicotyl length + length of second-year leading shoot) for different cross combinations and open pollination. Sowing in greenhouse at Ultuna in July 1964. Jiffy-pots with one seed in each pot.

KORSNINGS-KOMBINATION Combination	ANTAL PLANTOR No. of plants	FRÖVIKT Seed weight	SKOTT-LÄNGD Shoot length	SAMBAND FRÖVIKT (x) SKOTTLÄNGD (y) Correlation between seed weight (x) and shoot length (y)	
		0,01 mg	mm	b	r
Z 4403 x Z 4402	20	451,2 ± 18,3	48,5	0,1394	0,5308 *
Z 4403 x Z 4405	17	391,6 ± 13,6	53,1	-0,0368	-0,1134
Z 4403 x X 4300	19	615,4 ± 19,4	51,6	0,1580	0,4968 *
Z 4403 fri avblomn. o.p.	19	415,5 ± 22,6	54,0	0,0428	0,2008
Z 4404 x Z 4402	20	737,2 ± 23,4	78,5	0,0584	0,3138
Z 4404 x Z 4405	18	688,4 ± 21,5	73,1	0,0690	0,2962
Z 4404 x X 4300	20	679,5 ± 18,0	82,0	0,1413	0,5245 *
Z 4404 fri avblomn. o.p.	20	714,9 ± 17,6	77,5	0,1983	0,5840 **
X 4302 x Z 4402	20	605,2 ± 18,7	69,3	0,0954	0,5134 *
X 4302 x Z 4405	19	498,3 ± 14,3	50,6	0,1518	0,4685 *
X 4302 x X 4300	20	587,4 ± 20,5	66,1	0,0864	0,3005
X 4302 fri avblomn. o.p.	20	554,7 ± 13,4	54,9	0,0709	0,2367
X 4303 x Z 4402	20	556,8 ± 14,4	74,9	0,1788	0,5384 *
X 4303 x Z 4405	19	512,0 ± 20,0	60,3	0,1290	0,4757 *
X 4303 x X 4300	19	599,6 ± 15,6	80,0	0,0309	0,1703
X 4303 fri avblomn. o.p.	20	578,8 ± 18,1	65,7	0,1641	0,5174 *

Procent plantor av frö tillhörande embryoklass IV A
Percentage of seedlings from seeds belonging to embryo type IV A

	Z 4402 (1)	Z 4405 (2)	X 4300 (3)
Z 4403 (1)	65	65	58
Z 4404 (2)	90	83	85
X 4302 (3)	70	74	75
X 4303 (4)	65	68	84

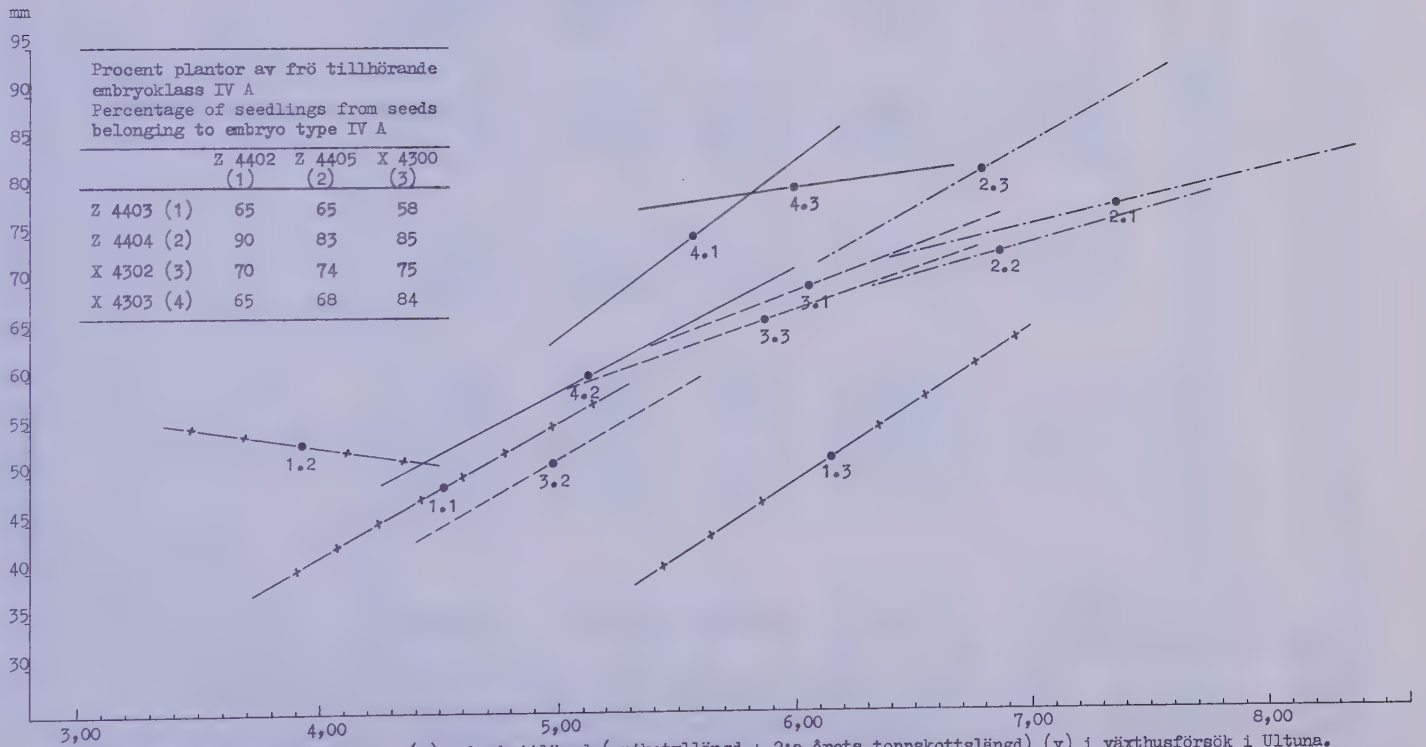


Fig. 17. Samband mellan frövikt i mg (x) och skottlängd (epikotyllängd + 2:a årets toppskottslängd) (y) i växthusförsök i Ultuna.
The relation between seed weight in milligram (x) and shoot length (epicotyl length + length of second-year leading shoot) (y) in greenhouse experiments at Ultuna.

5.3. Sammanfattande tolkning av resultaten. - Hos tallen kan man förvänta att avkommor efter fri avblomning utgör en heterogen blandning av genotyper. I föreliggande material är sannolikt genotypvariationen om möjligt än större än vad som erhålles i tallpopulationer av främst två skäl: För det 1:sta medger de yttre betingelserna till en spontant inträffad självpollinering och korsning mellan närbesläktade kloner, vilket i viss omfattning kan ha resulterat i inavlat frö, som i sin tur givit upphov till en vitalitetssänkning hos plantorna. För det 2:a representerar de ingående klonerna olika provenienser (ekotyper), som är skilda från varandra och från försökslokalens proveniens. Då man har skäl antaga (med ledning av mätningar av pollentätheten i områden intill klonarkiven, dock ej under de aktuella avblomningsåren), att inkorsning av pollen från lokalpopulationen även kan ha ägt rum, föreligger möjligheter till spontant inträffade korsningar mellan försökskloner från varierande höjdlägen samt mellan försökskloner och lokalpopulationen, vilket teoretiskt sett kan ha haft en vitalitetsbefrämjande effekt på avkomman.

Regressionen av epikotyl på frövikt, som i samtliga fall är positiv, varierar mellan avkommegrupper av samma moderträd påtagligt i nivå, mindre i lutning. Nivåskillnader föreligger inom samma klon såväl mellan olika ympträds avkommor på samma lokal som mellan avblomningsår på samma lokal och mellan olika lokaler under samma avblomningsår.

En analys av variationen avseende efter frövikt korrigerad epikotyllängd visar, att avblomningsåret har ett dominerande inflytande. Flera faktorer kan ha bidragit till denna skillnad. Fröets embryokvalitet är likartad i morfologiskt avseende men dess fysiologiska egenskaper är icke kända. Fysiologiska skillnader kan från början ha funnits hos fröet av de olika årsskördarna och torde även ha kunnat uppstå under fröets lagring. En annan orsak kan vara att frekvensen inträffad självbefruktning varit större vid avblomningen 1957 än 1958.

För den variabel, som anger frekvensen plantor med icke utbildad terminalknopp 80 dygn efter sådd, kan man konstatera

signifikant inflytande av såväl klon, avblomningsmiljö som samspelseffekt. Detta innebär förutom ett påvisande av klonens och avblomningsmiljöns betydelse, att avkommegrupperna av de olika klonerna visserligen reagerar olika när avblomningsmiljön ändras, men att ordningsföljden dem emellan i stort sett är oberoende av avblomningsmiljön. Moderträdets genotyp har därmed påvisats ha inflytande på avkomman avseende 1-årsplantans tillväxtförlopp.

Att möjligheter föreligger, att i tidigt plantstadium kunna särskilja en ärftlig variation från den modifikativt betingade torde även framgå av korsningsmaterialet. I detta har som tidigare nämnts skillnader mellan korsningskombinationer kunnat påvisas, som icke torde kunna återföras på fröets vikt eller embryokvalitet och skillnader, som till väsentlig grad är påverkade av nämnda faktorer.

KAPITEL 6

UNDERSÖKNING AV SAMBAND MELLAN PLANTANS UTVECKLING UNDER 1:STA VEGETATIONSPERIODEN OCH TILLVÄXTÖKNING I LÄNGD UNDER 5:E ÅRET

Genom studier av plantornas fortsatta utveckling föreligger möjligheter att exempelvis pröva i vilken grad fastställda skillnader i tillväxtförlopp upprepas i ett senare plantstadium. Detta har utförts dels avseende individuella skillnader, dels avseende skillnader mellan avkommegrupper. Försöksdata återfinnes i 2.4.3.

6.1. Test A: Individuella skillnader. - Fördelas fröet i viktklasser från 3,5 mg till 8,5 mg för totala försöksmaterialet kan man i likhet med vad som gäller för inomträdsvariationen påvisa en ökning i epikotyllängd med ökad fröviktsklass. Detta har åskådliggjorts i fig. 12 och med en utjämnad kurva i fig. 18. Ökningen i epikotyllängd är väsentligt större inom fröviktsintervallet 3,5 mg - 5,5 mg än för intervallet 6,0 mg - 8,5 mg. Spridningen kring regressionskurvan är av betydande storleksordning.

Den utförda testen består i en jämförelse mellan plantans faktiska epikotyllängd i förhållande till epikotylens medellängd hos samtliga övriga plantor av samma fröviktsklass och tillväxtökning i längd under 5:e vegetationsperioden. Genom att utnyttja totalregressionen i fig. 18 har effekten av en sortering inom avkommegrupper efter på angivet sätt uträknad epikotyllängd studerats. Man kan hos samtliga moderträd konstatera, att avkommor med epikotyllängder, som ligger på eller över regressionslinjen, har genomsnittligt större toppskottslängder 5:e vegetationsperioden än avkommor, vars epikotyllängder ligger under regressionslinjen (tab. 12). Om samma material fördelas på avkommegrupper och två olika fröviktsfraktioner - samtliga frön större, resp. mindre än totala materialets medelfrövikt - finner man, att hos 4 av de 8 avkommegrupperna som kunnat undersökas, medeltoppskottslängden är större hos plantor av den förstnämnda fraktionen.

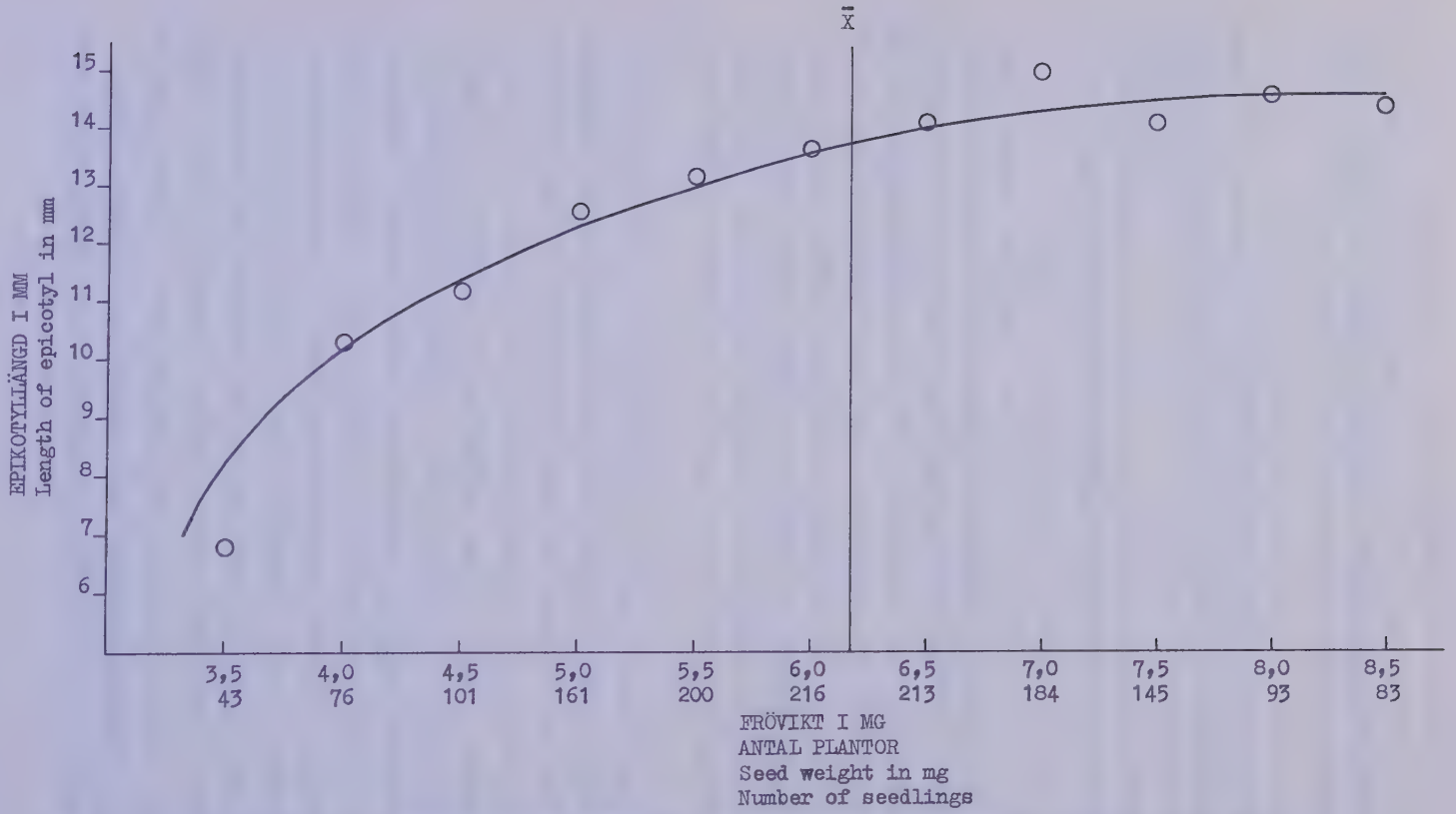


Fig. 18. Regressionen av epikotyllängd på frövikt för totala försöksmaterialet 110 dygn efter sådd.
Regression of epicotyl length on seed weight for the total experimental material 110 days after sowing.

Tab. 12.
Epikotyllängdens avvikelse från totalregressionen av epikotyllängd på frövikt, bestämd 110 dygn efter sådd (se fig. 18) och toppskottslängd 5:e året inom avkommegrupper. (n) = antal plantor. Ultuna.

The deviation of the epicotyl length from the total regression of epicotyl length on seed weight, determined 110 days after sowing (see Fig. 18) and terminal-shoot length in the fifth year within progeny groups. (n) = number of seedlings. Ultuna

AVBLOMNINGSMILJÖ Place and year of open pollination	AVVIKELSE FRÅN TOTALREGRESSIONEN Diviation from the total regression	GENOMSNITTLIG TOPPSKOTTSLÄNGD I MM Mean terminal-shoot length, mm				
		KLON				Clone
		Z 4005	Z 4012	Z 4013	Z 2017	Y 4014
Nedansjö 1957	Positiv	323,9 (8)	336,6 (14)	339,8 (15)	311,0 (3)	344,4 (17)
	Negativ	311,9 (19)	296,2 (21)	301,1 (28)	310,8 (19)	276,5 (2)
Nedansjö och Moviken 1958	Positiv	349,2 (29)	361,6 (29)	343,7 (29)	358,5 (21)	368,5 (22)
	Negativ	322,5 (15)	352,1 (12)	309,4 (16)	336,8 (18)	344,0 (10)

Fröviktens avvikelse från samtliga plantors medelfrövikt (= 6,15 mg) och toppskottslängd 5:e året inom avkommegrupper. Samma material som ovan (se fig. 18).

The diviation of seed weight from the mean seed weight of all plants (= 6,15 mg) and terminal-shoot length in the fifth year within progeny groups. Same material as above (see Fig. 18).

AVBLOMNINGSMILJÖ Place and year of open pollination	FRÖVIKT Seed weight	GENOMSNITTLIG TOPPSKOTTSLÄNGD I MM Mean terminal-shoot length, mm				
		KLON				Clone
		Z 4005	Z 4012	Z 4013	Z 2017	Y 4014
Nedansjö 1957	$\geq$ 6,15 mg	330,1 (15)	311,4 (30)	314,6 (43)	318,8 (13)	356,4 (9)
	$<$ 6,15 mg	297,1 (12)	317,6 (5)	-	299,3 (9)	319,9 (10)
Nedansjö och Moviken 1958	$\geq$ 6,15 mg	330,2 (20)	360,6 (23)	328,8 (33)	329,1 (9)	-
	$<$ 6,15 mg	348,4 (24)	356,5 (18)	338,8 (12)	354,3 (30)	360,8 (32)

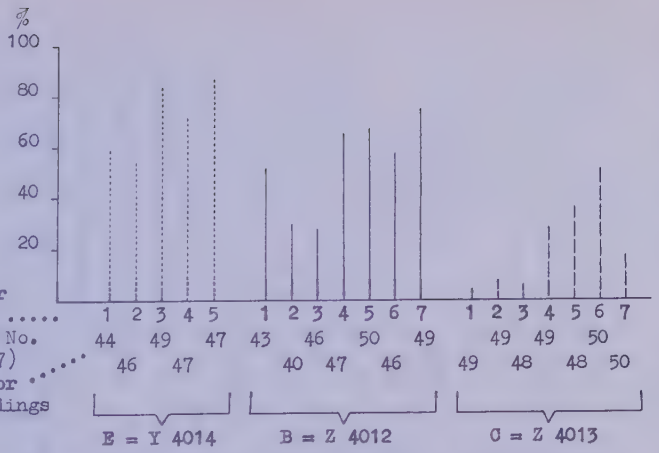
Betraktas materialet utan uppdelning på avkommegrupper har plantor, som under 1:sta året kunde uppvisa epikotyllängder större än genomsnittet av samtliga andra plantor inom vederbörande fröviktsklass, vid 5 års ålder en medeltoppskottslängd på 349,8 mm, medan motsvarande värde för de övriga plantorna (epikotyllängden under regressionslinjen) är 315,3 mm. Däremot avspeglas i detta fall icke någon positiv effekt på 5:e årets toppskottslängd av en fraktionering efter frövikt.

6.2. Test B: Skillnader mellan avkommor av olika moderträd. - Skillnader mellan de olika moderträdens avkommor avseende under 1:sta vegetationsperioden registrerade tillväxtegenskaper jämföres i tab. 13 med skillnader i 5:e årets toppskottslängd. De angivna värdena i epikotyllängd har som i 6.1. erhållits med ledning av totalregressionen i fig. 18. Medelvärdet för avkommor av samma moderträd har uträknats efter bestämning av plantans faktiska epikotyllängd i förhållande till förväntat värde, d.v.s. det värde, som kan avläsas på regressionslinjen för ett x-värde motsvarande plantans frövikt. För den variabel, som markerar en skillnad i tidpunkten för utbildandet av terminalknopp, är observationerna grundade på det ursprungliga antalet plantor av varje försöksled.

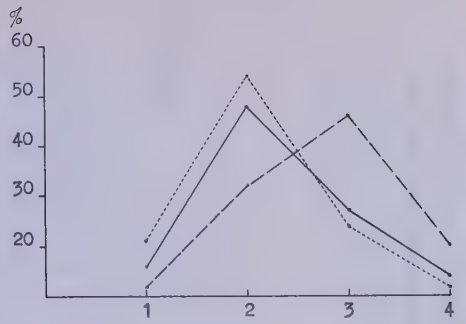
Genomsnittligt har avkommor efter 1958 års avblomning större toppskottslängder än avkommor av 1957 års avblomning i Nedansjö. Den tidigare påvisade markanta skillnaden i 1-årsmaterialet hos avkommor av de olika årsskördarna avspeglas således även på 5:e årets toppskottslängd. Jämför man avkommor av samma avblomningsår, finner man att under groningsåret observerade särskilt påtagliga skillnader i plantutveckling mellan avkommegrupper, resulterat i skillnader i plantans tillväxtökning i längd under 5:e vegetationsperioden.

Utöver nämnda variation i toppskottslängd har skillnader iakttagits avseende barrfärg och färgen på årsskottets bark. I fig. 19 jämföres avkommor av de moderträd, som avseende förstnämnda variabel visat samma rangordning i de tre avblomningsmil-

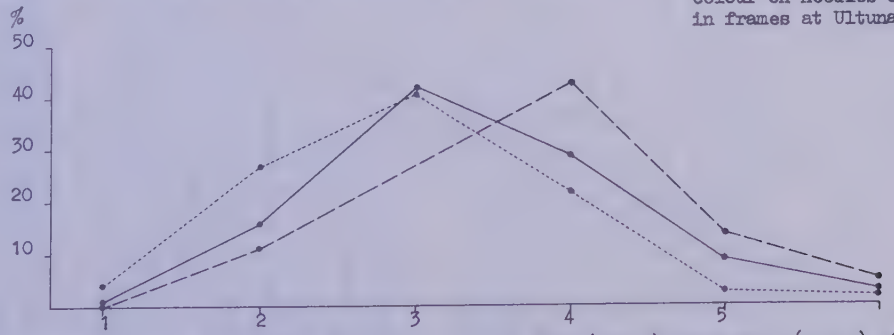
jöerna, dels med barrfärgen på de 5-åriga plantorna i Ultuna hösten 1964, dels med årsskottets färg aug. 1965 på avkommorna i fältförsöket på Spikhammarmon. Färgtaxeringen av materialet på Spikhammarmon, som härstammar från avblomningen i Nedansjö 1958, har genomförts efter en av M. HAGNER (1966) introducerad metodik. Som framgår av fig. 19 upprepas rangordningen mellan moderträden.



Procent plantor som 80 dygn efter sådd icke utbildat terminalknopp.
Percentage of seedlings which had not developet terminal buds 80 days after sowing.



Fördelningen av plantor efter moderträden Y 4014 (.....), Z 4012 (———) och Z 4013 (– – –) på klasser från (1) mörkt gröna - (4) gulbruna avseende barrens höstfärg hos 5-årigt plantmaterial i bänkgård i Ultuna.
Distribution of seedlings of mother trees Y 4014 (.....), Z 4012 (———) and Z 4013 (– – –) in classes from (1) dark green - (4) yellowish brown according to autumn colour on needles of 5-year-old seedlings in frames at Ultuna.



Fördelningen av plantor efter moderträden Y 4014 (.....), Z 4012 (———) och Z 4013 (– – –) på klasserna 1 (grön) - 6 (mörkbrun) enligt färgen på årsskottets bark vid 6 års ålder. Fältförsöket på Spikhammarmon 20 aug. 1965.
Distribution of seedlings of mother trees Y 4014 (.....), Z 4012 (———) and Z 4013 (– – –) in classes 1 (green) - 6 (dark brown) according to the colour of the bark of the terminal shoot at 6 years old. Fieldexperiment at Spikhammarmon on 20 August 1965.

Fig. 19.

Tab. 13.
Förhållandet mellan avkommegrupper för olika variabler bestämda under 1:sta året och tillväxtökning i längd under 5:e året efter sådd 1960. Ultuna.

The relation between groups of progeny for different variables determined during the first year and the increase in growth during the fifth year after sowing in 1960. Ultuna.

KLON Clone	FRÖVIKT EMBRYOKLASS IV A Seed weight Embryo type IV A		PROCENT PLANTOR MED ICKE UTBILDAD TERMINALKNOPP 1) Percentage of seedlings which had not developed terminal buds 1)		RELATIV EPIKOTYL-LÄNGD 2) Relative epicotyl length 2)		TOPPSKOTTS-LÄNGD 5:e ÅRET Length of terminal shoot 5th year	
	mg	n	%	ANTAL UNDERSÖKTA PLANTOR Number of examined seedlings		n	mm	n
AVBLOMNINGSMILJÖ: NEDANSJÖ 1957				Place and year of open pollination at Nedansjö in 1957				
Z 4005	6,48	27	11	136	77	27	315,5	27
Z 4012	7,23	35	37	129	92	35	312,4	35
Z 4013	8,16	43	6	146	71	43	314,6	43
Z 2017	6,47	22	13	97	77	22	310,8	22
Y 4014	5,94	19	57	90	128	19	337,2	19
	NEDANSJÖ OCH MOVIKEN 1958				Nedansjö and Moviken in 1958			
Z 4005	6,05	44	66	175	116	44	340,1	44
Z 4012	6,30	41	67	192	114	41	358,8	41
Z 4013	6,83	45	34	197	105	45	331,5	45
Z 2017	5,77	39	32	147	106	39	348,5	39
Y 4014	4,89	32	81	143	116	32	360,8	32

1) Bestämning 80 dygn efter sådd.
Determination 80 days after sowing.

2) Faktisk epikotyllängd/förväntad epikotyllängd • 100, bestämd med ledning av totalregressionen i fig. 18.
Actual epicotyl length/expected epicotyl length • 100, determined with the guidance of the total regression in Fig. 18.

6.3. Sammanfattande tolkning av resultaten. – Resultaten av de jämförelser som här utförts avseende plantans utveckling under 1:sta och 5:e året styrker, att genotypiskt betingad variation kunnat påvisas i tidigt plantstadium. Möjlighet synes således föreligga att med tillämpad försöksmetodik fastställa en differentiering, som upprepas i ett senare stadium av plantutvecklingen. För tolkningen av differentieringen under 1:sta vegetationsperioden är det viktigt att konstatera, att överensstämmelse kan påvisas mellan den variabel, som anger en skillnad i tidpunkt för utbildandet av terminalknopp, och plantans barrfärg eller färg på årsskottets bark, registrerad på hösten i ett 5- resp. 6-årigt material. Då sistnämnda egenskap avspeglar skillnader i plantans avmognad, torde fastställda signifikanta skillnader i tidpunkt för utbildandet av terminalknopp visa ett inflytande av moderträdet vid fri avblomning, som kan härledas till från vilken klimatregion trädet härstammar. Plantor av olika avkommegrupper uppvisar olika reaktionsnormer i försöksmiljön, som avseende förhållandet mellan längden av dygnets ljusa och mörka period samt temperatur under dessa, är väsentligt avvikande från det på moderträdens ursprungslokal rådande. Detta kan exemplifieras på skillnaden mellan avkommegrupper av klonerna Y 4014 och Z 4013, vars ursprungsträd representeras av populationer på 275 resp. 675 m ö.h. Skillnader i tidig plantutveckling mellan avkommor av klonerna Z 4012 och Z 4013 har i detta sammanhang sitt speciella intresse, då klonerna härstammar från samma bestånd (675 m ö.h.). Att detta kan vara en effekt av att moderträden representerar biotyper, som i olika hög grad är anpassade till höglägesområdet, antydes av det förhållandet, att avkommor av Z 4013 i fältförsöket vid Grasmorberget (600 m ö.h.) visat bättre tillväxt än avkommor av Z 4012. Vidare kan man i fältförsöket konstatera, att avseende 6:e årets toppskottslängd avkommor av klon Z 4013 noterats för högsta förekommande värdet, medan avkommor av klon Y 4014 hör till dem, som har minsta tillväxtökningen i längd (jfr fig. 24, kap. 7).

Främst hos avkommor av 1958 års avblomning (frölagringstid 10 mån. kortare än för materialet av 1957 års avblomning) belyser den individuella variationen i planttillväxt vid samma frö-

vikt och samma embryo- och endospermkvalitet en genotypiskt betingad variation, som kan utnyttjas för att erhålla kunskaper om korrelationen mellan tillväxt i olika stadier av plantutvecklingen.

I kap. 5 och här ovan redovisade resultat visar, att man av avkommor i mycket tidigt utvecklingsskede kan få vissa vägledande informationer. Tillämpad på kontrollerat korsningsmaterial torde här använd försöksmetodik kunna utnyttjas för exempelvis undersökning av effekten av olika provenienskorsningar och av allmänna och specifika kombinationseffekter.

KAPITEL 7

JÄMFÖRANDE KLON- OCH AVKOMMESTUDIER AVSEENDE TILLVÄXT

Vid de utförda analyserna av plantutvecklingen i Ultuna har bl.a. signifikant inflytande av moderträdet på avkomman kunnat påvisas. Inflytandet har yttrat sig i en skillnad mellan avkommorna avseende tillväxtförlopp. Även för kloner, vars ursprungsträd härstammar från samma bestånd (675 m ö.h.), har olikheter konstaterats. Detta har föranlett en undersökning av övriga försökskloner från nämnda höjdlägesområde beträffande ympträdens och avkommornas tillväxt i låglägesmiljö. Plantorna har uppdragits av frö från ympträden efter fri avblomning i Nedansjö 1958. Uppgifter om försöken har lämnats i 2.4.5.

I tab. 14 jämföres för kloner från samma bestånd tillväxten hos ympträd och hos avkomman. Skillnader framträder i låglägesmiljön såväl avseende medeltillväxt hos olika kloner, baserade på mätningar av samtliga ympträd, som för de olika avkommegruppernas genomsnittliga tillväxt. Differenserna är positiva mellan klonerna Z 4007 och Z 4008, mellan Z 4011 och Z 4010 och mellan Z 4012 och Z 4013 i följande egenskaper: (1) ympträdens stamdiameter 1,2 m över marken, (2) genomsnittlig årstillväxt i längd från 8:e till 18:e året, (3) total längd, (4) avkommans toppskottslängd under 3:e vegetationsperioden i plantskola inom samma låglägesområde som ympträdens växtplats. Sistnämnda skillnad redovisas även med frekvenshistogram i fig. 20 och jämföres där med respektive kloners medelympträd - schematiskt återgivet efter mätning då ympträden var 12 år gamla (se HADDERS och ÅHGREN, 1958). Påtagliga klonskillnader demonstreras även beträffande ympträdens kvalitet. Mest positivt avviker klon Z 4007, vars ympträd och ursprungsträd uppvisar mycket goda egenskaper. Toppskottslängderna är hos avkommor av klonerna Z 4007, Z 4011 och Z 4012 i det närmaste normalfördelade, medan hos avkommor av klonerna Z 4008, Z 4010 och Z 4013 fördelningen är något sned.

I stort visar avkommor efter 1958 års avblomning i Nedansjö en god utveckling, och plantorna var vid 3 års ålder och är

fortfarande avsevärt större än s.k. bruksplantor av lokal proveniens.

Under de närmaste två åren efter utplanteringen på 10 resp. 600 m ö.h. inom samma breddgrad är längdtillväxten hämmad - en vanlig företeelse orsakad av omplanteringen. Variationen i årstillväxt under dessa år visar en tendens, att plantor med större toppskottslängder före utplanteringen i högre grad drabbas av denna omplanteringschock än plantor med mindre toppskottslängder, sannolikt som en effekt av balansen mellan plantans rot och "krona".

I de två parallellförsöken registrerades toppskottslängderna efter 6:e vegetationsperioden, vilket är lika med längdtillväxten under 3:e året efter utplantering, på samtliga plantor, som icke utsatts för någon skada. Försöksplanen redovisas i 2.4.5. och i fig. 21 exemplifieras plantornas plats i fältförsöket på Spikhammarmon.

Tillväxtökningen i längd under 6:e året är i genomsnitt 3,5 ggr så stor på Spikhammarmon (10 m ö.h.) som vid Grasmorberget (600 m ö.h.), varvid dock bör observeras, att det föreligger stora bonitetsskillnader mellan försöksytorna. Vid en jämförelse mellan toppskottslängden 3:e året (toppskottslängd före utplantering; plantbeteckning 2/1) och 6:e året för totala materialet efter klassindelning av 3:e årets toppskottslängd finner man på båda försöksytorna samband mellan tillväxtökningen vid dessa två tillfällen (fig. 22). På Spikhammarmon är detta särskilt markant. Ett urval baserat på 3:e årets toppskottslängd leder här till en påvisbar effekt på 6:e årets toppskottslängd, vilket tyder på att variationen till stor del är genotypiskt betingad. Även inom avkommegrupper framträder detta samband. Man finner det dock mer eller mindre påtagligt hos olika avkommegrupper (fig. 23). För klonerna Z 4007, Z 4011 och Z 4012 föreligger en tendens till en utjämning av skillnader i plantutveckling inom avkommegrupperna, medan sambandet är mer påvisbart hos avkommor av klonerna Z 4008, Z 4010 och Z 4013.

De olika höglägesklonerna har efter avblomning i klonarkivet resulterat i avkommor, som reagerat olika efter utplantering i låglägesmiljö. De erhållna medeltalen visar avkommegruppernas

Tab. 14.
Ympträdens och deras avkommors tillväxt för i undersökningen ingående kloner från Grasmorberget, Dalsjöberget och Stortannåsen.

The growth of the grafts and their progeny for the clones from Grasmorberget, Dalsjöberget and Stortannåsen included in the investigation.

KLON Clone	URSPRUNGSTRÄDENS STÅNDORT The site of the original trees			YMPTRÄD I NEDANSJÖ VID 18 ÅRS ÅLDER Grafts at Nedansjö at 18 years old				RESULTAT AV FRÖANALYSER Result of seed analyses		TOPPSKOTTSLÄNGD 3:e ÅRET I PLANTSKOLA (10 m ö.h.) Terminal shoot 3rd year in nursery	
	LAT. Latitude	LONG. Longitude	m ö.h. Altitude m a.s.l.	TOTAL LÄNGD Total length m	BRHD D.B.H. cm	MEDELTOPPSKOTTSLÄNGD 8–18 ÅRET Mean terminal shoot 8th–18th year cm	n[1]	1000-KORNVIKT AV MÄTAT FRÖ 1,000-grain weight of filled seed g	GROBARHET MÄTAT FRÖ Germination rate of filled seed %	mm	n[2]
Z 4007	62°48	4°52W	600	7,79	14,1	51,5	5	6,2	88,4	80,5	400
Z 4008	62°48	4°52W	675	5,64	13,9	42,2	3	6,2	100,0	70,5	400
Z 4010	62°48	5°09W	675	5,08	11,8	34,8	5	7,4	96,5	68,7	400
Z 4011	62°48	5°09W	700	6,82	13,6	51,2	5	6,7	96,6	82,4	400
Z 4012	62°49	5°05W	675	7,54	15,2	48,9	5	6,1	96,4	85,2	400
Z 4013	62°49	5°05W	675	6,64	11,7	44,9	5	6,2	99,0	65,5	400

[1] Antal ympträd
No. of grafts

[2] Antal plantor
No. of seedlings

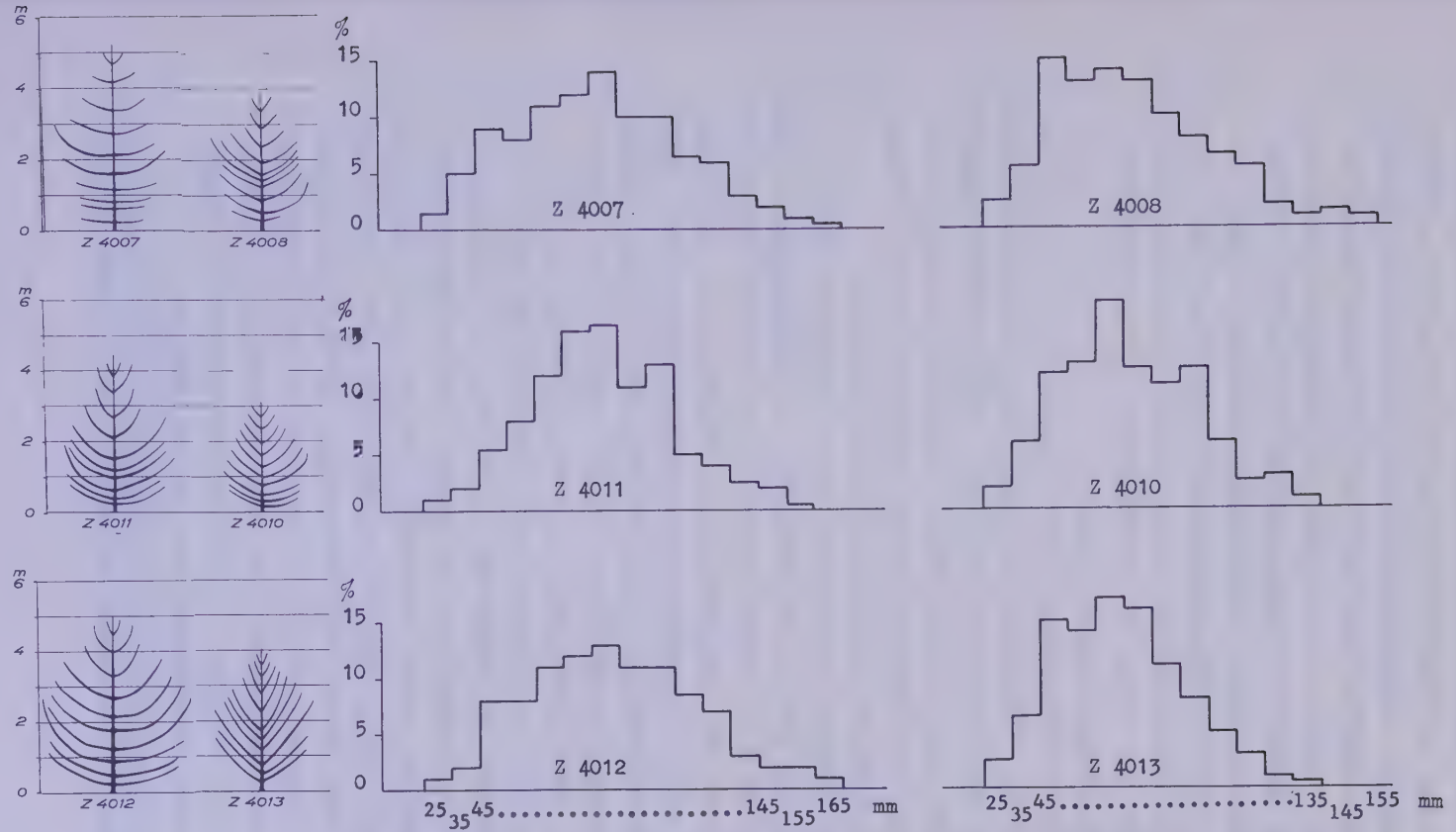


Fig. 20. Ympträdens utveckling, representerad av klonens genomsnittsträd i klonarkivet i Nedansjö (70 m ö.h.) vid 12 års ålder (efter HADDERS och ÅHGREN 1958) och 3:e årets toppskottslängd i plantskola i Lögdö (10 m ö.h.) för i undersökningen ingående höglägeskloner (se tab. 14). Antal plantor per avkommegrupp = 400.

Development of grafts represented by the average tree of the clone in the clone archives at Nedansjö (70 m a.s.l.) at the age of 12 years (HADDERS and ÅHGREN 1958) and the length of the terminal shoot 3:rd year in the nursery at Lögdö (10 m a.s.l.) for the high-level clones included in the investigation (see Table 14). Number of seedlings per progeny group = 400.

genomsnittliga reaktion mot markolikheter inom försöksfältet. Försöket är utlagt med enplantsparceller (se 2.4.5.), vilket innebär att antalet upprepningar är lika med antalet plantor. Förutom tidigare nämnda skillnader hos avkommegrupper, som framkommit vid en parvis jämförelse av kloner från samma bestånd och överensstämmelsen med ympträdens tillväxt, finner man, att rangordningen för de förväxande klonerna Z 4007, Z 4012 och Z 4011 avseende ympträdens totala längd vid 18 års ålder är lika med rangordningen i 6:e årets toppskottslängd hos avkomman, bedömd enl. fig. 23. Förhållandet är detsamma för klonerna Z 4008, Z 4010 och Z 4013.

Antydda överensstämmelser i utvecklingstendenser hos avkommorna efter fri avblomning och ympträdens tillväxt kan innebära, att moderträden uppvisat olikhet i allmän kombinationsförmåga. Andra bidragande orsaker till resultatet kan vara klonbundna skillnader i blomningstid som samvarierar med ympträdens tillväxt samt effekt av spontant inträffad inavel.

En klassificering av plantorna efter färgen på årsskottets bark, utförd i aug. 1965 i fältförsöket på Spikhammarmon, resulterade bl.a. i att ett samband kunde belysas mellan plantornas avmognad på hösten och toppskottslängd 6:e året för vid Grasmorberget (600 m ö.h.) utplanterat försöksmaterial våren 1963 (fig. 24). I undersökningen ingår förutom de 6 aktuella höglägesklonerna avkommor av klonerna Z 4006 (600 m ö.h.), Z 2017 (350 m ö.h.), Z 4022 (325 m ö.h.), Y 4014 (275 m ö.h.) och Z 4019 (225 m ö.h.). De angivna avmognadstalen har erhållits ur frekvensfördelningen på klasserna 1 - 6, där (1) betecknar plantor med grön barkfärg och (6) plantor med mörkbrun barkfärg. Ökat numeriskt värde är således liktydigt med ökad frekvens plantor med tidig avmognad och sannolikt ökad härdighet. Avkommegrupper med mycket sent avmognande plantor kännetecknas på högläget av svag årstillväxt. Den spontana pollineringen av höglägesklonerna Z 4010 och Z 4013 har resulterat i avkommor med extremt tidig avmognad. I fältförsöket vid Grasmorberget hör avkommorna av dessa kloner till de som växt bäst.

Resultatet visar, att stora skillnader i klonens ursprungslokal avseende höjd över havet avspeglats på plantans avmognad

samtidigt som skillnader kan påvisas hos avkommegrupper av kloner, som härstammar från samma ursprungspopulation. Skillnader i ympträdens tillväxt i låglägesmiljön för de extrema höglägesklonerna jämte olikhet i plantornas avmognad på hösten tyder på ett inflytande av moderträdet, som sammanhänger med dess anpassningsgrad till höglägespopulationen.

Det är att döma av fröanalyserna icke sannolikt att skillnader i plantutveckling mellan avkommegrupperna i detta stadium kan härledas till fröets vikt eller embryokvalitet.

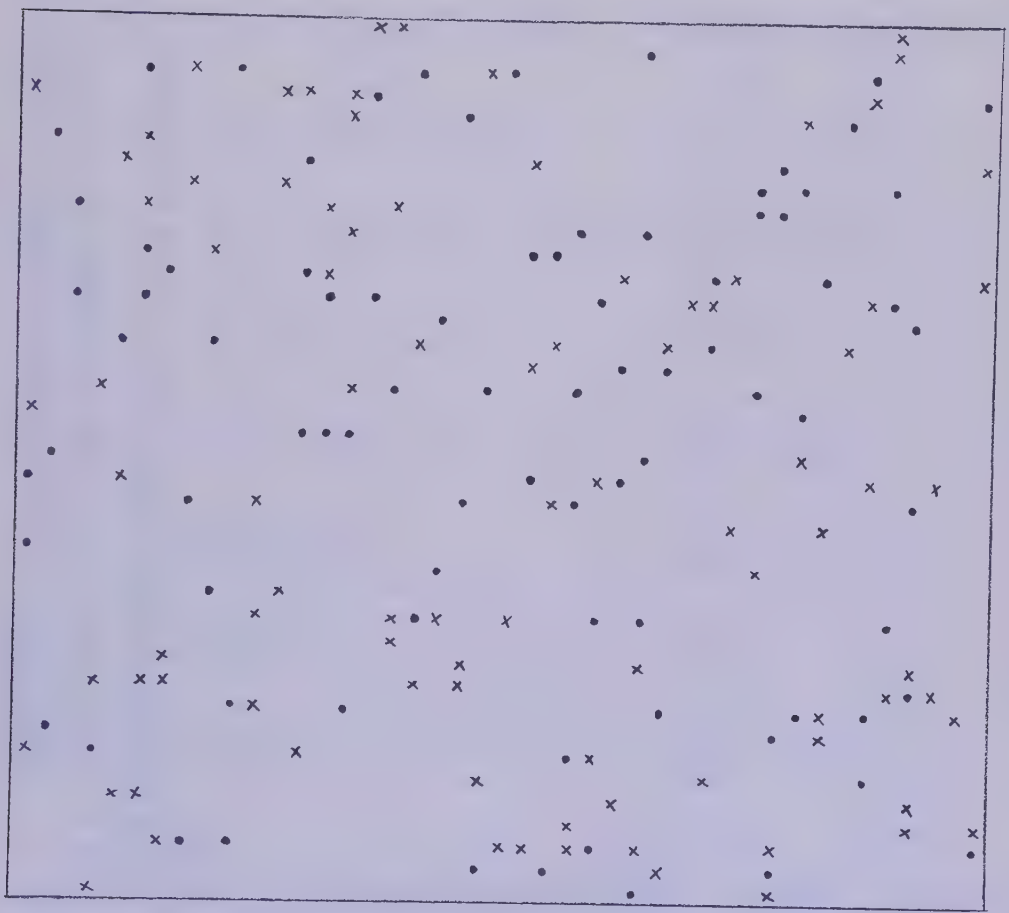
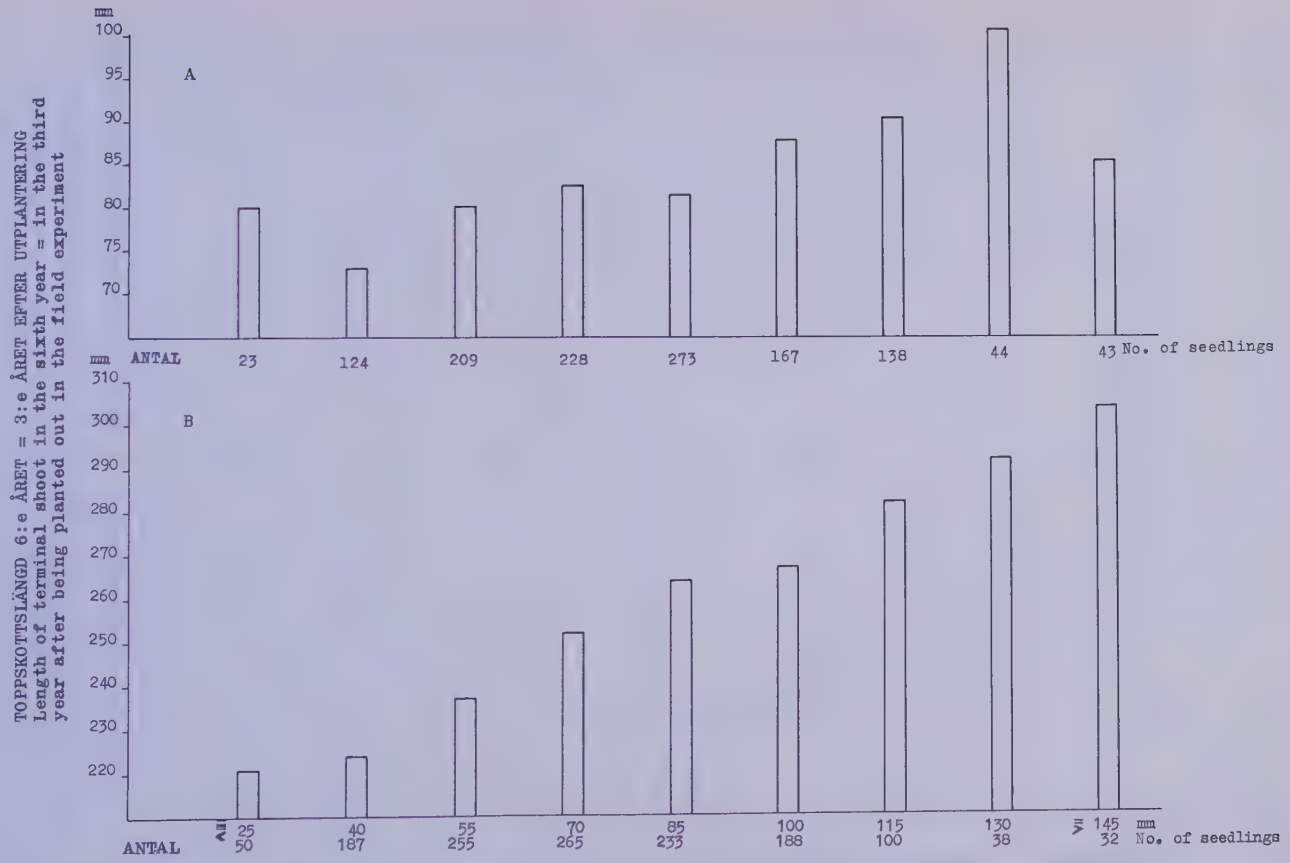


Fig. 21. Del av försöksfältet på Spikhammarmon med markerade platser för avkommor av klon Z 4007 (x) och klon Z 4010 (•).

Part of the experimental field at Spikhammarmon with the positions of the progenies of clones Z 4007 and Z 4010 marked (x) and (•) respectively.



TOPPSKOTTSLÄNGD 3:e ÅRET EFTER OMSKOLNING VID 2 ÅRS ÅLDER OCH FÖRE UTPLANTERING I FÄLTFÖRSÖK
Length of terminal shoot in the third year after transplanting at the age of 2 years and before being planted out in the field experiment

Fig. 22. Toppskottslängd 6:e året i fältförsök vid Grasmorberget (600 m ö.h.) (A) och på Spikhammarmon (10 m ö.h.) (B) i förhållande till toppskottslängd före utplantering.

Length of terminal shoot in the sixth year at Grasmorberget (600 m a.s.l.) (A) and at Spikhammarmon (10 m a.s.l.) (B) in relation to terminal shoot before being planted out in the field experiment.

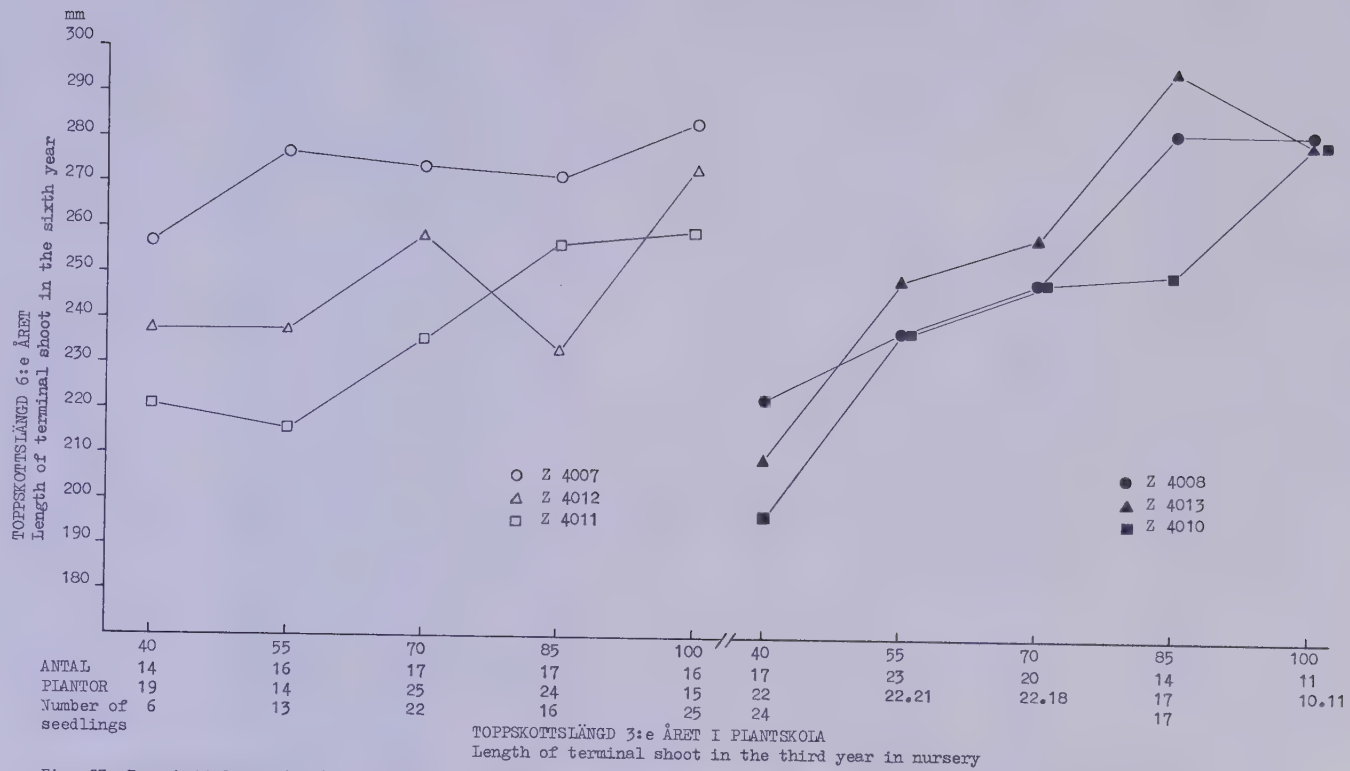


Fig. 23. Toppskottslängd 6:e året i förhållande till toppskottslängd 3:e året (före utplantering). Spikhammarmon hösten 1965.

Length of terminal shoot in the sixth year in relation to length of terminal shoot the third year before being planted out at Spikhammarmon in the autumn of 1965.

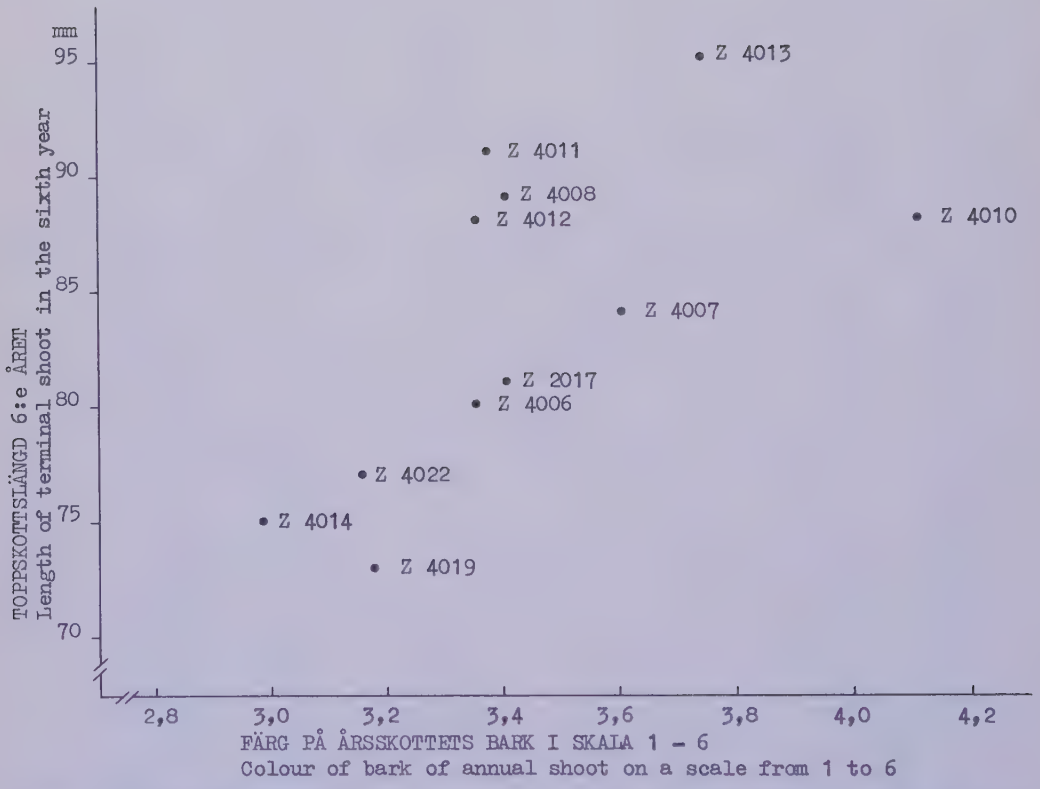


Fig. 24. Färgen på årsskottets bark i skala 1 (grön) - 6 (mörkbrun) efter taxering på Spikhammarmon (10 m ö.h.) aug. 1965 och toppskottslängden 6:e året = = 3:e året efter utplantering på Grasmorberget (600 m ö.h.) för avkommor av olika moderträd efter fri avblomning i Nedansjö 1958.

Colour of bark of annual shoot on a scale from 1 (green) to 6 (dark brown) after classification at Spikhammarmon (10 m a.s.l.) August 1965 and length of terminal shoot in the sixth year = the third year after transplantation at Grasmorberget (600 m a.s.l.) for progeny of different mother trees after open pollination at Nedansjö in 1958.

DISKUSSION

Ur flera synpunkter synes det angeläget att hos arter med lång omloppstid undersöka tillväxtvariationen i tidigt plantstadium. Bestämning av additiva och specifika kombinationseffekter, undersökning av korrelationen mellan påvisad variation och utveckling i senare stadier och studier av ev. samband mellan föräldraträd och avkomma kan nämnas som exempel på forskningsuppgifter. Hit kan också räknas undersökningar av provenienskorsningar samt jämförande studier av avkommor efter korsningar inom och mellan populationer i samma klimatregion. Mycket angelägna undersökningar är vidare att testa graden av självfertilitet hos kloner i fröplantager. I nämnda undersökningar torde största förutsättningar förefinnas att studera testmaterial under mycket likartade miljöbetingelser. Men även om man härigenom till väsentlig del kan minska den modifikativt betingade variationen, kvarstår hos tallen och hos många andra arter ett starkt inflytande av fröets olika egenskaper.

Det har varit den föreliggande undersökningens syftemål att belysa variationen i frökvalitet främst avseende frövikt, att undersöka sambandet mellan frövikt och 1-årsplantans tillväxt, sedan skillnader i fröets embryo- och endospermkvalitet i morfologiskt avseende eliminerats samt att studera den variation, som icke kan återföras på frövikten.

Den högst varierande frövikten har visat sig vara dels klonbunden och dels modifikativt betingad. Sistnämnda variation är särskilt påtaglig. Uppmärksamheten har bl.a. riktats på variationen inom samma ympträd. Spridningen synes ha orsakats av ett flertal faktorer (jfr bl.a. SIMAK och GUSTAFSSON, 1954). Den kan ha uppstått förutom av varierande kottvikter främst som en följd av samvariation med antalet matade frön som utbildas i kottarna och således påverkats av faktorer med inflytande på fröutbytet. Vid fri avblomning är pollentäthet, pollenkvalitet och självpollinering exempel på faktorer med indirekt inflytande på variationen i frövikt. En ökad modifikativ variation torde också lätt kunna införas i samband med tillvaratagandet av fröet i kottarna (klängningen). Beroende på att de störs-

ta fröna företrädesvis uppträder i kottarnas mittzon (jfr SIMAK, 1953), där kottefjällen lättast kan påverkas att öppna sig, kan fröviktsskillnader uppstå som kan härledas till vilken klängningspåverkan man utsätter kotten för eller olikheter mellan klonerna avseende kottarnas klängning vid en given klängningstemperatur och klängningstid. I föreliggande undersökning har allt frö (matat + tomt) framklängts ur kottarna.

Att ovannämnda samband mellan fröutbyte per kotte och frövikt även vid kontrollerad korsning är en bidragande orsak till fröviktsvariationen inom och mellan korsningskombinationer har klart framgått i undersökningen. Variationsmönstret i antalet matade frön per kotte och i frövikt visar god överensstämmelse och innebär att om hänsyn icke tages till frövikten vid en skattning av den varianskomponent, som kan hänföras till totalt genetiskt inflytande på tillväxt, liksom en skattning av den additiva varianskomponenten risk för vilseledande tolkningar föreligger. Härvid torde föreliggande undersökning ha visat att fröets 1000-kornvikt icke har tillräcklig precision vid en korrigering av tillväxten efter frövikt. Den individuella fröviktsvariationen måste beaktas.

Inflytandet av frövikten på tidig planttillväxt, som i undersökningen belysts på olika sätt för frö av samma embryo- och endospermkvalitet understryker betydelsen av att ha frövikten under kontroll vid olika slag av undersökningar av tidig plantutveckling. Effekten av fröviktsinflytande torde även kunna framträda i senare plantstadier. Hur länge denna effekt kan komma att kvarstå beror bl.a. på storleken av skillnader i frövikt, vilka genotyper som är representerade i testmaterialet, plantmaterialets behandling och vilken inbördes konkurrens plantorna utsättes för. För sistnämnda faktor torde rotsystemets utveckling under groningsåret ha stor betydelse. Som framgått i undersökningen har stora av frövikten influerade skillnader kunnat exemplifieras efter 1:sta vegetationsperioden.

Det är icke endast fröets storlek eller vikt som har betydelse i detta sammanhang. Fröets embryo- och endospermkvalitet

har inflytande på planttillväxten. Det är därför angeläget att dessa egenskaper är kända i testmaterialet.

Växtplatsens klimatbetingelser under fröets utmognad liksom även skillnader i väderleken under olika år på samma växtlokal ha visat sig ha stort inflytande på fröets embryo- och endospermkvalitet. Resultatet av fröanalyserna visar att det föreligger en betydande modifikativt betingad variation. För flertalet kloner är exempelvis embryo- och endospermkvaliteten sämre hos det material, som härstammar från avblomningen i Nedansjö 1957 och än hos 1958 års material. Enstaka exempel på skillnader i fröets kvalitet i detta avseende ges också genom jämförelse mellan fröet på ursprungsträd och ympträd av samma klon. Klonbundna skillnader har också påvisats. Vissa kloner avviker markant från genomsnittskvaliteten under samma klimatbetingelser.

Beträffande tomfröfrekvensen demonstreras klonskillnader, men även variationen mellan ympträd inom samma klon är påtaglig. Vissa exempel på överensstämmelse mellan ympträdets frekvens av hanblommor och tomfröfrekvens kan belysas. Detta är tydligen samma förhållande, som påvisats av SARVAS (1962), att högre tomfröfrekvens erhålles hos kottar belägna i de delar av trädkronan, där hanblomningen är rikligast. För de aktuella försöksklonerna förelåg icke tillräckliga uppgifter om antalet hanblommor för en närmare undersökning av sambandet. Det måste synas angeläget att undersöka detta i tallfröplantager.

Variationsvidden i frövikt är både vid fri avblomning och efter artificiell pollinering påtagligt stor. I undersökningen har därför plantutvecklingen under 1:sta året studerats med hjälp av regressioner av epikotylens längd på frövikt. Härvid har för testmaterialet efter fri avblomning endast frö av embryoklass IV A använts. Det visar sig av variansanalysen avseende efter frövikt korrigerad epikotyllängd att avblomningsmiljön haft stort inflytande. Då detta är mest påtagligt för olika avblomningsår på samma lokal, påfordrar resultatet särskild uppmärksamhet. Orsaken till skillnader i plantutvecklingen efter olika avblomningsår kan dock i förelig-

gande material icke med bestämdhet anges. Fröet av de olika årsskördarna har en lagringstid på 4 resp. 14 mån. Detta kan vara en av flera bidragande orsaker till erhållna skillnader. Att samtliga frön i testmaterialet tillhör klass IV A utesluter icke att fysiologiska skillnader kan förekomma. Att döma av det snabba groningsförloppet hos fröet både efter avblomningen 1957 och 1958 i Nedansjö, torde emellertid fröet icke vara fysiologiskt skadat i en omfattning av någon större betydelse för resultatet. Andra anledningar till skillnaden mellan de båda årsskördarna kan vara årsklimatet eller pollensituationen vid avblomningen. Skillnader i sistnämnda avseende torde kunna leda till en olikhet i frekvensen inavlade plantor.

Signifikant inflytande av moderträdet på avkommans utveckling efter upprepad avblomning i Nedansjö 1957 och 1958 samt i Moviken 1958 har påvisats. Beträffande variabeln efter frövikt korrigerad epikotyllängd, baserad på regressionerna av epikotyllängd på frövikt, är detta mindre påtagligt och kan endast hänföras till här testade moderträd i nämnda avblomningsmiljöer. Avseende den variabel, som anger tidpunkt för utbildandet av terminalknopp, föreligger däremot resultat av vilka man kan tillåta sig draga vissa bestämda slutsatser. Genotypiskt betingade skillnader har kunnat påvisas i mycket tidigt plantstadium.

I korsningsmaterialet kan skillnader mellan korsningskombinationer exemplifieras avseende regressionen av längdtillväxt på frövikt inom samma fröviktsfraktion och med likartat frö avseende embryo- och endospermkvalitet.

Med beaktande av den individuella fröviktsvariationen samt fröets embryo- och endospermkvalitet torde tillväxtundersökningar i tidigt plantstadium kunna ge värdefulla informationer. Utnyttjande av klimatkammare skulle bl.a. kunna möjliggöra undersökningar av olika korsningsavkommors reaktion i miljöbetingelser, som avseende temperatur och daglängd motsvarar förhållandet i ett önskat fröförsörjningsområde. För de extrema höjdlägena är det i första hand angeläget att i tidigt plantstadium få upplysning om testmaterialets härdighet. Betydelsefullt är också att undersöka utvecklingen hos avkommor av olika provenienskorsningar.

Plantornas varierande utveckling i sandkultur (steril sand + näringslösning) avspeglar individuella skillnader i förmåga att utnyttja i fröet upplagrad näring. Men variationen är också en effekt av individens reaktion inför andra försöksbetingelser av vilka daglängden och temperaturen under dygnets ljusa och mörka timmar sannolikt har stor betydelse. Genom att jämföra 5:e årets tillväxtökning i längd (bänkgård, Ultuna) med epikotylens relativa längd vid samma frövikt hos ett frömaterial, som härstammar från samma avblomningsår och tillhörande samma embryo- och endospermkvalitet, har en genotypiskt betingad tillväxtdifferentiering kunnat belysas. Med ledning av regressionen av epikotylens längd på frövikt för totala försöksmaterialet kan påvisas, att plantor med större epikotyllängder än genomsnittet av samtliga övriga plantor av samma frövikt resulterat i större medeltoppskottslängd än hos plantor, vars epikotyllängder varit mindre än genomsnittet. Det har också visat sig att särskilt påtagliga skillnader mellan avkommor av olika moderträd avseende 1-årsutvecklingen upprepats vid 5 års ålder, bedömt på årstillväxten i längd. Dessa resultat jämte vad som framkommit av undersökningar av årstillväxt i äldre plantstadier hos avkommor av 1958 års avblomning i Nedansjö, i en försöksmiljö inom samma klimatområde, och överensstämmelsen med ympträdens tillväxt, tyder på en skillnad mellan moderträden i utnyttjandet av vegetationsperiodens längd. Härvid bör också uppmärksammas en registrerad olikhet i plantornas avmognad på hösten, vilken avslöjar skillnader i härdighet. Av särskilt intresse i detta sammanhang är att avkommor av vissa höglägeskloner efter den fria avblomningen uppvisar från totala försöksmaterialets genomsnitt avvikande avmognad.

Det starka samband som kan belysas för totala plantmaterialet i fältförsöket på Spikhammarmon mellan 3:e och 6:e årets toppskottslängd visar, att en stor genotypiskt betingad variation föreligger. Förutsättningen för ett effektivt urval avseende längdtillväxt inom samma klimatområde, baserat på 3:e årets toppskottslängd, synes i detta material vara uppenbart stor.

Då bl.a. sådana åtgärder som fröfraktionering och utnyttjande av plastväxthus blir allt vanligare vid produktion av skogsplantor, samtidigt som en ökning i planteringsförbandet och minskning i antalet gallringsingrepp i bestånden allmänt synes ha genomförts, torde kravet på föryngringsmaterialets ärftliga egenskaper väsentligt öka. Det är därför av betydelse att olika testmetoder prövas, syftande till att inom relativt korta försöksperioder erhålla upplysningar, som kan vara vägledande vid val av skogsodlingsmaterial. Jämförande studier på samma lokal av utvecklingen hos ympträd av olika kloner och utvecklingen hos deras avkommor efter kontrollerade korsningar, är möjligen en väg att förkorta försöksperioden vid avkommeprövning av utvalda plusträd.

SUMMARY

The aim of the investigation presented here is mainly to illustrate the amount of variation in seed weight and the causes of this variation in clones of pine and to use this variation in studies of the growth of their progeny in relation to the seed weight. The experimental part of the investigation was characterized primarily by the fact that the embryo and endosperm quality of the seed in the test material was known in respect of morphology. This knowledge was gained with the aid of X-ray photographs of the seed by a method introduced by M. SIMAK and Å. GUSTAFSSON (1953a, 1953b, 1953c).

The seed weight displays a clone-controlled variation and the differences between the tested mother trees in the crossing material are statistically significant. However, both the variation between grafts within the same clone and the variation within grafts are remarkably large.

The reason for the variation, both with open pollination and after controlled crossing, would seem partly to be the relationship established between seed weight and number of filled seed per cone. With open pollination the variation is dependent not only on the influence of the climate but also on the pollen situation at the time of pollination, in which, inter alia, the pollen density, the pollen quality and the proportion of the clone's own pollen which has taken part in the fertilization are of importance. In controlled crossing the seed-weight variation may indirectly have been influenced by the developmental stage of the female flower at the pollination and the pollen quality, besides differences in cross-fertility. In the experimental material it is possible to note a tendency for mother trees with high seed yields per cone to be characterized by low seed weights, both with open pollination and in controlled crossing, while mother trees with low seed yields per cone have high seed weights.

The greatly varying quality of the seed emphasizes the importance of careful seed testing in connection with heritability estimates relating to early seedling development.

The influence of the seed weight on the growth of the seedling during the first year can also be verified in a seed material which is homogeneous as regards embryo and endosperm quality in a morphological respect. Thus, the relationship in the actual experimental material is independent of the fact demonstrated by SIMAK (1955) that in seed from the same mother tree low weight fractions have smaller proportions of seed of satisfactory embryo quality than high weight fractions and that the embryo quality of the seed has an effect on the growth of the seedling.

The correlation between seed weight and seedling growth was investigated for different growth variables. Attention was concentrated especially on the epicotyl. It may be expected that the growth of the epicotyl will be less affected by the seed weight than the growth of the hypocotyl and the total length of the seedling are and will consequently be suitable for use as a "marker" for differences in growth conditioned by hereditary factors. Here it may be noted that the average growth of the epicotyl in progeny groups varies independently of the mean seed weight in a comparison between all the progeny groups included in the experiment but nevertheless shows a certain influence if only progeny after the 1958 pollination are considered. In progeny of the same mother tree after open pollination at the same locality and in the same year, the epicotyl length increases with increased seed weight. This is also the case if the total material is distributed in seed--weight classes. The epicotyl length, the hypocotyl length and the total length of the plant can all be shown to increase with an increase in seed weight.

The differences which can be exemplified in the epicotyl length between progeny groups with similar seed qualities with regard to the weight and the embryo and endosperm quality in respect of morphology indicate a genetic variation, as regards progeny of the same annual crop. At the same time obvious differences in epicotyl growth in different crops are demonstrated for progeny groups from the same mother. The variation in growth is analysed in greater detail in Chapter 5.

Judging from the relationship between seed weight and the development of the root system within trees, differences which arise in root size may be expected to increase the variation in seedling size due to environmental factors.

In the present material the genotype variation is, if possible, greater than is obtained in pine populations, for two reasons especially. (1) The external conditions permitted of spontaneous self-pollination and crossing between closely related clones, which may to a certain extent have resulted in self-pollinated seed, which may in its turn have given rise to a reduction in vitality in the seedlings. (2) The clones included represented different provenances (ecotypes). As there is reason to assume (with the guidance of measurements of the pollen density in areas near the clone archives, though not during the actual pollination years) that crossing with pollen from the local population may also have taken place, it is possible that crossings occurred spontaneously between experimental clones from varying altitudes and between experimental clones and the local population, which may theoretically have had a vitality-promoting effect on the progeny.

The regression lines of the epicotyl on the seed weight, which is positive in all cases, obviously vary with regard to level, between progeny groups of the same mother tree. There are differences within the same clone, both between the progenies of different grafts in the same locality and between pollination years in the same locality and between different localities during the same pollination year.

The analysis of variance of epicotyl length adjusted to seed weight shows that the pollination year has a predominant influence. Several factors may have contributed to this difference. The quality of the seed embryo is similar in a morphological respect, but its physiological qualities are not known. Physiological differences may have existed from the beginning in the seed from the different annual crops and may very likely also have arisen during the storage of the seed. Another reason may have been that the frequency of selfed seedlings was greater after open pollination in 1957 than in 1958.

For the variable which indicates the frequency of seedlings which had not developed terminal buds 80 days after sowing, we may note a significant influence of both clone and pollination environment and a significant interaction between clone and environment. Besides being a demonstration of the importance of the clone and the pollination environment, this means that the progeny groups of the different clones certainly react differently when the pollination environment is changed, but that their rankings is largely independent of the pollination environment. The genotype of the mother tree has consequently been shown to influence the progeny as regards the growth of the 1-year-old seedling.

It is probably also clear from the crossing material that there are possibilities of distinguishing at an early stage a genetic variation in seedling growth from the variation due to seed quality. In this material, it has been possible to show differences between crossing combinations which it would not seem possible to trace back to the seed weight or the embryo quality and differences which are influenced to a considerable extent by these factors.

In interpreting the differentiation during the first year, it is important to note that agreement can be demonstrated between the variable which indicates a difference in the time of formation of a terminal bud and the colour of the needles or the bark of the annual shoot, recorded in the autumn on a 5-year or 6-year material. As the latter quality reflects the fact that the seedlings enter winter dormancy at different times, the established significant differences in the time of formation of a terminal bud would seem to show the influence of the mother tree with open pollination, which may be deduced from the climatic region from which the tree derives. Seedlings of different progeny groups display different reactions in the experimental environment, which is substantially different from that prevailing in the original locality of the mother trees, as regards the relationship between the lengths of the light and dark periods of the day and the temperatures during these periods. This may be exemplified by the difference between the

progeny groups from clones Y 4014 and Z 4013, whose original trees are represented by populations at 275 m a.s.l. and 675 m a.s.l. respectively. Differences in early seedling development between the progeny of clones Z 4012 and Z 4013 are of special interest in this connection, as the clones derive from the same stand (675 m a.s.l.). That this may be an effect of the circumstance that the mother trees represent biotypes which are adapted to different extents to high-lying areas is indicated by the fact that the progeny of Z 4013 in the field experiment at Grasmorberget (600 m a.s.l.) showed better growth than the progeny of Z 4012. Furthermore it may also be observed in the field experiment that, as regarded the length of terminal shoot in the sixth year, the progeny of clone Z 4013 were recorded as having the highest value, while the progeny of clone Y 4014 were amongst those which had the smallest increase in growth (cf. Fig. 24, Chapter 7).

It is principally in the progeny of the 1958 pollination (seed-storage period 10 months shorter than for the material from the 1957 pollination) that the individual variation in seedling growth with the same seed weight and the same embryo and endosperm quality illustrates a genetic variation which can be used to obtain knowledge as to the correlation between growth at different stages of seedling development.

The results given in Chapter 5 and those described above show that it is possible to obtain certain guiding information from progeny in a very early stage of development. When applied to artificial crossing, it would seem to be possible to use the experimental method employed here to investigate, inter alia, the effect of crosses between clones of different provenances and for studying general and specific combining ability.

The classification of the seedlings by the colour of the bark of the annual shoot, carried out in August 1965 in the field experiment at Spikhammarmon (10 m a.s.l.) by a method introduced by M. HAGNER (1966), made it possible to illustrate a correlation between this variable and the length of the terminal shoot in the sixth year for experimental material planted out in the spring of 1963 at Grasmorberget (600 m

a.s.l.) (Fig. 24). The investigation included, besides the six actual high altitude clones, the progeny of clones Z 4006 (600 m a.s.l.), Z 2017 (350 m a.s.l.), Z 4022 (325 m a.s.l.), Y 4014 (275 m a.s.l.) and Z 4019 (225 m a.s.l.). The numbers given were obtained from the frequency distribution in classes 1-6, in which (1) denotes seedlings with bark coloured green and (6) seedlings with bark coloured dark brown. Thus, an increased numerical value is synonymous with an increased frequency of seedlings, that enter winter dormancy early in the autumn.

The result shows that great differences in the original localities of the clones, as regarded altitude above sea-level, are reflected on the progeny after open pollination in the clone archives. Differences can also be demonstrated in progeny groups from clones which derive from the same original locality. This probably indicates the influence of the mother tree, an influence which is connected with its degree of adaptation to the high-altitude population. Other causes are discussed.

LITTERATURFÖRTECKNING

Acatay, A. 1938 Untersuchungen über Menge und Güte des Samenansatzes in verschiedenen Kronenteilen einheimischer Waldbäume, Tharandter forstl. Jahrb. 89:265-364.

Aldrich-Blake, R.N. 1930 The plasticity of the root system of Corsican pine in early life. - Oxford Forestry Memoirs No 12.

Andersson, E. 1951 Sortprövning. - Svensk växtförädling del II, 519-582 - Natur och Kultur, Stockholm.

Andersson, E. 1954 Några data om pollenvariationen och pollenfertiliteten hos gran och tall. (Some data concerning the pollen variation and pollen fertility of spruce and pine.) - Svensk Papperstidning nr 7 och 18.

Andersson, E. 1958 Den skogliga fröodlingsverksamheten i Norrland. - Norrl. Skogsv.förb. Tidskr., 135-161.

Andersson, E. 1960 Fröplantager i skogsbrukets tjänst. (Seed orchards in Swedish forestry.) - K. Skogs- o. Lantbr. Akad. Tidskr., 99:65-87.

Andersson, E. 1965 Cone and seed studies in Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) - Stud. For. Suec., 23:1-214.

Andersson, E. 1966 The selection of plus trees in Sweden. (Invited paper) - I.U.F.R.O., sec. 22 - Zagreb.

Andersson, E., Gustafsson, Å. och Johnsson, H. 1951 Avkommeprövningen i skogsbrukets tjänst. - Norrl. Skogsv.förb. Tidskr., 373-409.

Arnborg, T. 1948 Växtförädling i svenskt skogsbruk. - Sv. Skogsv. fören. Tidskr., 359-377.

Arnborg, T. 1958 Avelsträd. - Om skogsfrö, plusträd och fröplantager. - Skogsägaren, 1958:11.

Arnborg, T. 1960 Tree breeding in Swedish forestry. - Stockholm.

Arnborg, T. och Hadders, G. 1953 The Society for Practical Forest Improvement. - Medd. nr 59 från Sällskapet för praktisk skogsförädling.

Arnborg, T. och Hadders, G. 1957 Studies of some forestry qualities in clones of Pinus silvestris. - Acta Horti Gotoburgensis XXI:3, 125-157.

Arnborg, T. och Johnsson, H. 1963 The Swedish Forest Tree Breeding Association. - Uppsala.

Bergman, F. 1953 Om skogsträdens sjukdomsresistens och dess utnyttjande inom skogsträdsförädlingen. - Föreningen för växtförädling av skogsträd. Årsberättelse.

Bonnier, C. och Tedin, O. 1940 Biologisk variationsanalys. - Stockholm.

Busse, J. 1913 Ein Weg zur Verbesserung unseres Kiefernsaatgutes. - Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 45, 300-313.

Ehrenberg, C. Eklundh. 1963 Genetic variation in progeny tests of Scots pine (Pinus silvestris L.). Stud. For. Suec., 10:1-135.

Ehrenberg, C., Gustafsson, Å., Plym Forshell, C. och Simak, M. 1955 Seed quality and the principles of forest genetics. - Hereditas 41:291-366.

Ehrenberg, C. Eklundh och Simak, M. 1957 Flowering and pollination in Scots pine (Pinus silvestris L.). - Medd. Statens Skogsforskningsinst. 46:12, 1-27.

Eiche, V. 1955 Spontaneous chlorophyll mutations in Scots pine (Pinus silvestris L.). - Medd. Statens Skogsforskningsinst. 45:13.

Eiche V. 1966 Cold damage and plant mortality in experimental provenance plantations with Scots pine in northern Sweden. - Stud. For. Suec., 36:1-219.

Enander, M. 1946 Val av fröträd samt sortering av frö och plantor av tall och gran. Sv. Skogsv.fören. Tidskr., 310-328.

Ericson, B. 1960 Studies of the genetical wood density variation in Scots pine and Norway spruce. - Rapport Statens Skogsforskningsinst., avd. Skogsprod., Nr 4.

Ericson, B. 1961 Skogsträdsförädling med sikte på ökat massautbyte. Några preliminära forskningsresultat. - Medd. Statens Skogsforskningsinst. (Ser. Uppsatser) Nr 81. (Särtryck ur Teknisk-Vetenskaplig Forskning 32 1961 :4.)

Falconer, D.S. 1960 Quantitative genetics. - Edinburgh.

Fisher, R.A. 1941 Statistical methods for research workers. - Edinburgh.

Gustafsson, Å. 1952 Statens skogsforskningsinstitut 1902-1952 (Stat. skogsforskn.inst. medd. 42:1, 247-270).

Gustafsson, Å. 1962 Genetik och växtförädling i skogsbrukets tjänst. - Sv. Skogsv.fören. Tidskr., 111-150.

Gustafsson, Å. och Simak, M. X-ray diagnostics and seed quality
1956 in forestry. - 12th Congr. of the Int. Union of Forest Research Org., - Oxford.

Hadders, G. Mellersta distriktet (årsberättelse). Föreningen
1965 Skogsträdsförädling. Årsbok 1962 sid. 48.

Hadders, G. och Åhgren, A. Kott- och fröproduktion samt frökva-
1958 litet hos 12-åriga ympträd av tall. - Sv. Skogsv. fören. Tidskr., 455-468.

Hagner, M. Skogsodling och skogsodlingsmekanisering i Norrland.
1966 Föredrag och diskussioner i samband med symposium anordnat av Föreningen Skogsträdsförädling och Skogshögskolan. - Stockholm.

Hald, A. Statistical tables and formulas. - New York.
1952

Hinkelman, K. Kreuzungspläne zur Selektionszüchtung bei Wald-
1960 bäumen. - Silvae Genetica, 9:121-133.

Hüppel, A. och Klingström, A. Några parasitsvampar i plantskolor
1964 och skogskulturer 1960-1963. - Norrl. Skogsv.förb. Tidskr., 53-63.

Jensen, H. The establishment of forest tree seed orchards at
1954 Ramlösa 1941-1954. - Acta Horti Gotoburgensis XIX:5.

Jensen, H. Nya vägar för produktion av högklassigt skogsträds-
1942 frö. - Skogen nr 5.

Johnsson, H. Kottskörd och fröutbyte från fröplantager av tall.
1961 - Sv. Skogsv.fören. Tidskr., 1-21.

Johnsson, H. Arrangement and design of field experiments in
1963 progeny testing. - Proc. World. Cons. For. Gen. and Tree Imp. 1:2a/1.

Johnsson, H. Forest tree breeding by selection. Clonal seed
1964 orchards - seedling seed orchards, progeny tests. - Silvae Genetica, 13:41-49.

Johnsson, H. Miljöns och genotypens inflytande på tallens växt-
1965 form i experimentell belysning. - Föreningen Skogsträdsförädlings Årsbok, 115-125.

Johnsson, H., Andersson, E. och Stefansson, E. Förslag till
1950 program för anläggning av fröplantager. - Sv. Skogsv.fören. Tidskr., 188-205.

Johnsson, H., Kiellander, C.L. och Stefansson, E. Kottutveck-
1953 ling och fröbeskaffenhet hos ympträd av tall. - Sv. Skogsv.fören. Tidskr. 358-389.

Kempthorne, O. och Curnow, R.N. The Partial diallel cross. -
1961 Biometrics 17:229-250.

Klingström, A. Melampsora Pinitorqua (Braun) Rostr. - Pine
1963 Twisting Rust. Some Experiments in Resistance-
-biology. - Stud. For. Suec., 6:1-23.

Kungl. Skogsstyrelsen. Anvisningar angående frötäkt och handel
1950 med skogsodlingsmaterial. - Stockholm.

Langlet, O. Studier över tallens fysiologiska variabilitet och
1936 dess samband med klimatet. Ett bidrag till kännedomen om tallens ekotyper. - Medd. Stat. Skogsförsöksanstalt 29, 219-470.

Langlet, O. Photoperiodismus und Provenienz bei der gemeinen
1944 Kiefer (Pinus silvestris L.). - Medd. Stat. Skogsförsöksanstalt 33, 295-330.

Lerner, I.M. The genetics basis of selection. - New York.
1958

Lindquist, B. Den skogliga rasforskningen och praktiken.
1946 Genetics in Swedish forestry practice (1948). - Stockholm.

Matérn, B. Några synpunkter på extrapolation av höjdutveck-
1959 lingskurvor. - Stat. Skogsforskn.inst.

Mitchell, H.L. The growth and nutrition of White Pine (Pinus
1939 strobus L.). Seedlings in cultures with varying nitrogen, phosphorus, potassium and calcium. - Black Rock Forest, Bul. 9.

Müller-Olsen, C. och Simak, M. X-ray photography employed in
1954 germination analysis of Scots pine (Pinus silvestris L.) - Medd. Stat. Skogsforskn.inst., 44:6,1-19.

Nilsson, B. Kvalitets- och produktionsförhållanden i ett klon-
1956 försök av tall. - Sv. Skogsv.fören. Tidskr., 61-74.

Nilsson, B. Om sambandet mellan moderträd och avkomma hos tall
1958 och gran. - Sv. Skogsv.fören. Tidskr., 55-68.

Ohba, K. Okada, Y., Shioda, I., Muto, A. och Okamoto, K.
1965 Studies on variation in forest trees I. Growth response of pine seedlings, Pinus densiflora and Pinus Thunbergii, raised from the seeds of individual trees and from those of different provenances to varous fertilization levels. - Journal of the Japanese Forestry Society, 47:10, 363-372.

Plym Forshell, C. Kottens och fröets utbildning efter själv- och korsbefruktning hos tall (Pinus silvestris L.). - Medd. Stat. Skogsforskn.inst., 43:10, 1-42.
1953

Plym Forshell, W. Genetics in forest practice in Sweden. - Unasylva 18:119-129.
1963

Rasmuson, M. Genetics on the population level. - Stockholm.
1960

Rohmeder, E. Wachstumsleistungen der aus samen verschiedener Grössenordnung entstandenen Pflanzen. - Forstwiss. Centralbl. 61:42-59.
1939

Rohmeder, E. och Schönbach, H. Genetik und Züchtung der Waldbäume. - Hamburg och Berlin.
1959

Sarvas, R. Investigations on the flowering and seed crop of Pinus silvestris. - Comm. Inst. For. Fenniae 53:4, 1:198.
1962

Schmidt, W. Die Sicherung von Früdiagnosen bei langlebigen gewächsen. - Der Züchter 4, 39-69.
1957

Schröck, O. Keimlingstest für die Bestimmung des individuellen Wachstumsganges. - Der Züchter 13, 443-471.
1964

Schröck, O. och Stern, K. Prüfung des Wachstumsganges der Kiefer im Keimlingstest als Auslesemethode. - Der Züchter 23, 137-148.
1953

Simak, M. Über die Samen morphologie der gemeinen Kiefer (Pinus silvestris L.). - Medd. Stat. Skogsforskn.inst. 43:2, 1-32.
1953

Simak, M. Samengrösse und Samengewicht als Qualitätsmerkmale einer Samenprobe. (Pinus silvestris L.). - Medd. Stat. Skogsforskn.inst. 45:9, 1-19.
1955 b

Simak, M. The X-ray contrast method for seed testing. Scots pine - Pinus silvestris. - Medd. Stat. Skogsforskningsinst. 47:4, 1-22.
1957

Simak, M. och Gustafsson, Å. Röntgenfotografering av skogsträdsfrö. - Skogen nr 5, 58-60.
1953 a

Simak, M. och Gustafsson, Å. X-ray photography and sensitivity in forest tree species. - Heriditas XXXIX, 458-468.
1953 b

Simak, M. och Gustafsson, Å. X-ray photography and sensitivity in forest tree species. - 11th Congr. of the Int. Union of Forest Research Org., Rome.
1953 c

Simak, M. och Gustafsson, Å. Fröbeskaffenhet hos moderträd och
1954 ympar av tall. - Medd. Stat. Skogsforskn.inst.
44:2, 1-73.

Squillace, A.E. och Bingham, R.T. Selective fertilization in
1958 Pinus monticola Dougl. - Silvae genetica 7:6.

Stefansson, E. Försök med tallprovenienser i nordsvenska höjd-
1965 lägen. - Föreningen Skogsträdsförädling. Årsbok
1964 sid. 61-84.

Stern, K. Herkunftsversuche für Zwecke der Forstpflanzen-
1964 züchtung, erläutert am Beispiel zweier Modellver-
suche - Der Züchter, 34:181-219.

Stubbe, H. och Schmidt, W. Die Früdiagnose in der Züchtung und
1957 Züchtungsforschung. Beiträge zur Methodik der
Züchtung langlebiger Pflanzen - Der Züchter 4, 1-96.

Syrach Larsen, C. Estimation of the genotype in forest trees. -
1947 Kgl. Vet.- og Landbohöjskoles Årsskr., 87-128.
Köpenhamn.

Syrach Larsen, C. Genetics in silviculture. - Edinburgh.
1956

Williams, W. Genetical principles and plant breeding. - Oxford.
1964

B I L A G O R

Tab. I.
Frökvalitet efter fri avblomning i klonarkiv i Nedansjö och Moviken.

Seed quality after open pollination in clone archives at Nedansjö and Moviken.

NEDANSJÖ: AVBLOMNINGSÅR 1957
Place and year of open pollination

KLON	YMP-NR	ANTAL FRÖN	TOMT FRÖ	EMBRYOKLASS Embryo types								SKADAT FRÖ	ABNORMT FRÖ
Clone	Graft No.	Number of seeds	Empty seed	IA	IIA	IIIA	IVA	IB	IIB	IIIB	IVB	Damaged seed	Abnormal seed
Z 4018	1	179	39,1	-	10,6	29,6	20,1	-	-	-	-	-	0,6
	3	54	14,8	-	3,7	18,5	63,0	-	-	-	-	-	-
	4	154	27,3	-	2,0	11,0	58,4	-	-	-	-	1,3	-
	5	200	20,5	-	0,5	3,0	76,0	-	-	-	-	-	-
Z 4019	1	200	44,0	-	-	1,0	54,0	-	0,5	-	-	0,5	-
	2	200	23,0	-	0,5	0,5	73,0	-	1,0	-	0,5	0,5	1,0
	3	200	40,0	-	0,5	-	58,5	-	-	0,5	-	0,5	-
	4	200	34,0	-	1,0	1,0	62,0	-	-	-	-	1,5	0,5
	5	200	25,5	-	-	-	73,5	-	-	-	-	0,5	0,5
Z 4022	1	200	18,0	-	1,0	2,5	73,0	-	-	-	1,0	4,0	0,5
	2	130	16,2	-	-	1,5	73,8	-	-	-	-	7,7	0,8
	3	200	20,5	-	1,0	1,5	72,0	-	-	-	0,5	3,0	1,5
	4	200	22,0	-	-	1,5	74,5	-	-	-	-	1,0	1,0
Y 4014	1	200	11,5	-	0,5	-	82,0	-	-	1,5	1,5	2,5	0,5
	2	200	11,0	-	-	4,0	80,5	-	-	-	1,5	2,0	1,0
	3	200	14,0	0,5	1,0	2,5	80,0	-	-	-	-	1,0	1,0
	4	200	5,0	-	-	-	88,0	-	0,5	0,5	2,0	3,0	1,0
	5	200	12,5	-	0,5	1,0	80,0	-	-	-	0,5	4,0	1,5
Z 2017	1	200	23,5	-	-	1,0	72,0	-	0,5	-	0,5	1,0	1,5
	2	199	31,7	-	0,5	2,0	62,3	-	-	0,5	0,5	0,5	2,0
Z 4005	1	196	26,0	-	0,5	1,5	57,1	-	-	-	1,5	10,7	2,6
	2	200	28,5	-	1,5	1,5	65,0	-	1,0	1,0	-	0,5	1,0
	3	200	26,0	0,5	1,0	1,5	68,5	-	0,5	0,5	-	1,0	0,5
	4	200	26,5	0,5	-	0,5	67,0	-	0,5	0,5	0,5	3,0	1,0
	5	200	29,0	0,5	-	2,0	62,5	-	1,0	-	-	4,5	0,5
Z 4007	1	25	16,0	-	-	-	40,0	-	-	-	-	44,0	-
	4	39	33,3	-	2,6	-	46,2	-	-	-	-	17,9	-
	5	28	28,6	-	-	-	42,9	-	-	-	-	21,4	7,1
Z 4006	1	197	28,9	-	-	0,5	69,5	-	-	-	-	0,5	0,5
	2	200	18,5	-	1,0	4,5	74,0	-	-	-	0,5	0,5	1,0
	3	200	26,0	-	-	1,0	71,0	-	-	-	1,0	1,0	-
	4	200	28,5	-	-	-	71,0	-	-	-	0,5	-	-
	5	165	30,9	-	-	1,2	67,3	-	-	-	-	0,6	-
Z 4011	1	141	31,9	-	-	1,4	53,9	-	0,7	-	12,1	-	-
	2	200	43,5	-	0,5	-	45,0	-	-	-	9,0	1,0	1,0
	3	183	41,5	-	-	1,6	49,7	-	-	0,6	6,0	0,6	-
	4	200	46,0	-	0,5	-	41,5	-	0,5	1,5	5,5	0,5	4,0
	5	44	43,2	-	-	-	43,2	-	-	-	4,5	9,1	-
Z 4013	1	200	9,0	-	1,0	0,5	83,5	-	-	-	1,5	3,5	1,0
	2	200	11,0	-	0,5	2,5	83,5	-	-	-	-	1,5	1,0
	3	199	16,6	-	0,5	1,0	79,4	-	-	-	-	0,5	2,0
	4	200	12,0	-	1,0	3,5	76,5	-	-	-	0,5	5,5	1,0
	5	40	10,0	-	-	5,0	85,0	-	-	-	-	-	-
Z 4012	1	200	21,0	-	-	12,5	64,0	-	-	1,0	-	0,5	1,0
	2	200	16,0	0,5	1,5	13,5	65,0	-	-	0,5	0,5	1,5	1,0
	3	199	37,2	-	1,5	7,0	52,8	-	-	1,0	0,5	-	-
	4	199	36,7	-	-	5,5	54,3	-	-	2,5	0,5	-	0,5
	5	200	10,0	-	1,5	7,0	78,0	-	0,5	1,5	-	-	1,5
Z 4008	1	157	18,5	-	-	13,4	66,2	-	-	-	1,3	0,6	-
	2	128	18,8	-	0,8	3,1	75,0	-	-	0,8	-	1,6	-
	3	200	17,5	-	0,5	10,0	72,0	-	-	-	-	-	-
Z 4010	1	200	56,5	-	-	2,5	34,5	-	-	0,5	1,0	1,5	3,5
	2	200	72,5	-	-	0,5	24,0	-	0,5	-	-	2,5	-
	3	200	32,5	-	-	3,0	60,0	-	-	-	0,5	1,0	3,0
	4	200	29,0	-	0,5	3,5	62,5	-	1,5	-	0,5	0,5	2,0
	5	200	27,5	-	0,5	1,5	66,0	-	0,5	-	1,0	-	3,0

NEDANSJÖ: AVBLOMNINGSÅR 1958

Place and year of open pollination

KLON	ANTAL FRÖN	TOMT FRÖ	EMBRYOKLASS Embryo types								SKADAT FRÖ	ABNORMT FRÖ
Clone	Number of seeds	Empty seed	IA	IIA	IIIA	IVA	IB	IIB	IIIB	IVB	Damaged seed	Abnormal seed
Z 4018	200	15,5	-	0,5	4,0	77,5	-	-	-	0,5	0,5	1,5
Z 4019	200	19,0	-	-	-	79,5	-	-	-	-	-	1,5
Z 4022	200	20,5	-	-	-	79,5	-	-	-	-	-	-
Y 4014	200	3,5	-	-	2,5	78,0	-	-	2,5	10,0	3,5	-
Z 2017	200	23,5	-	-	0,5	74,5	-	-	-	1,0	0,5	-
Z 4005	200	32,0	-	-	-	66,5	-	-	1,5	-	-	-
Z 4007	200	9,5	-	-	-	89,5	-	-	-	-	0,5	0,5
Z 4006	200	4,0	-	-	-	95,5	-	-	-	-	0,5	-
Z 4011	200	28,0	-	-	-	70,0	-	-	-	2,0	-	-
Z 4013	200	7,0	-	-	-	88,5	-	-	1,0	3,0	-	0,5
Z 4012	200	33,0	-	-	2,0	64,0	-	1,0	-	-	-	-
Z 4008	200	27,5	-	-	1,5	68,5	-	-	0,5	0,5	1,0	0,5
Z 4010	200	30,5	-	-	0,5	64,5	-	-	-	0,5	3,0	1,0

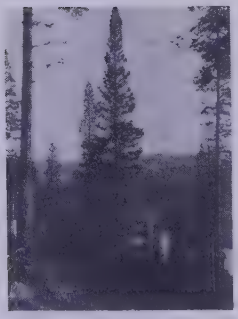
MOVIKEN: AVBLOMNINGSÅR 1958

Place and year of open pollination

KLON	YMP NR	ANTAL FRÖN	TOMT FRÖ	EMBRYOKLASS Embryo types								SKADAT FRÖ	ABNORMT FRÖ
Clone	Graft No.	Number of seeds	Empty seed	IA	IIA	IIIA	IVA	IB	IIB	IIIB	IVB	Damaged seed	Abnormal seed
Z 4005	1	200	28,0	0,5	-	-	68,0	-	0,5	-	0,5	2,0	0,5
	2	200	15,0	0,5	0,5	-	78,0	-	0,5	-	1,5	2,5	1,5
	3	200	15,0	-	-	0,5	79,0	-	-	1,0	1,5	2,0	1,0
Z 4012	1	200	23,0	-	-	4,0	61,0	-	5,5	2,0	4,0	0,5	-
	2	200	19,0	-	-	2,0	75,0	-	0,5	0,5	-	1,0	2,0
	3	200	22,0	-	-	4,5	71,5	-	1,5	-	0,5	-	-
Z 4013	1	200	8,0	-	-	0,5	91,0	-	-	-	-	-	0,5
	2	200	9,5	-	-	-	89,0	-	0,5	-	-	-	1,0
	3	165	8,5	-	-	2,4	87,9	-	-	-	0,6	0,6	-
Z 2017	1	200	26,5	-	-	2,0	70,5	-	-	-	-	0,5	0,5
	2	200	26,5	-	-	6,0	60,5	-	-	1,0	0,5	-	0,5
Y 4014	1	200	8,5	-	0,5	5,0	62,0	-	5,5	11,0	7,0	-	0,5
	2	200	2,5	-	-	2,5	92,5	-	-	-	1,0	0,5	1,0

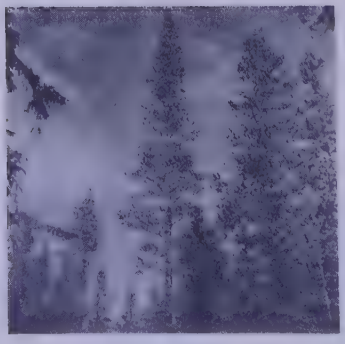
Z 4007

Z 4008



Z 4010

Z 4011



Z 4012

Z 4013

Fig. I. Plusträd från Grasmorberget (Z 4007 och Z 4008), Dalsjöberget (Z 4010 och Z 4011) och Stortannåsen (Z 4012 och Z 4013).

Plus trees from Grasmorberget (Z 4007 and Z 4008), Dalsjöberget (Z 4010 and Z 4011) and Stortannåsen (Z 4012 and Z 4013).

Fig. II. Tvåårig tallymp.
Foto F. Paludan.

Two-year-old graft of pine.
Photo F. Paludan.

Fig. III. Del av klonarkivet i Nedansjö.
Foto T. Arnborg.

Part of the clone archive at Nedansjö.
Photo T. Arnborg.

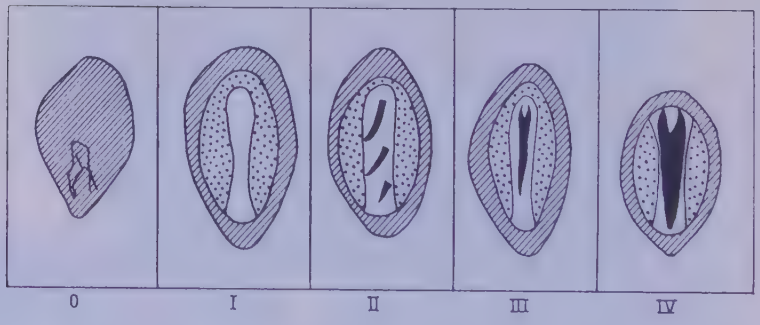


Fig. IV. Embryoklasser 0 - IV.
Efter Simak och Gustafsson (1954).

Embryo types 0 - IV.
Simak och Gustafsson (1954).

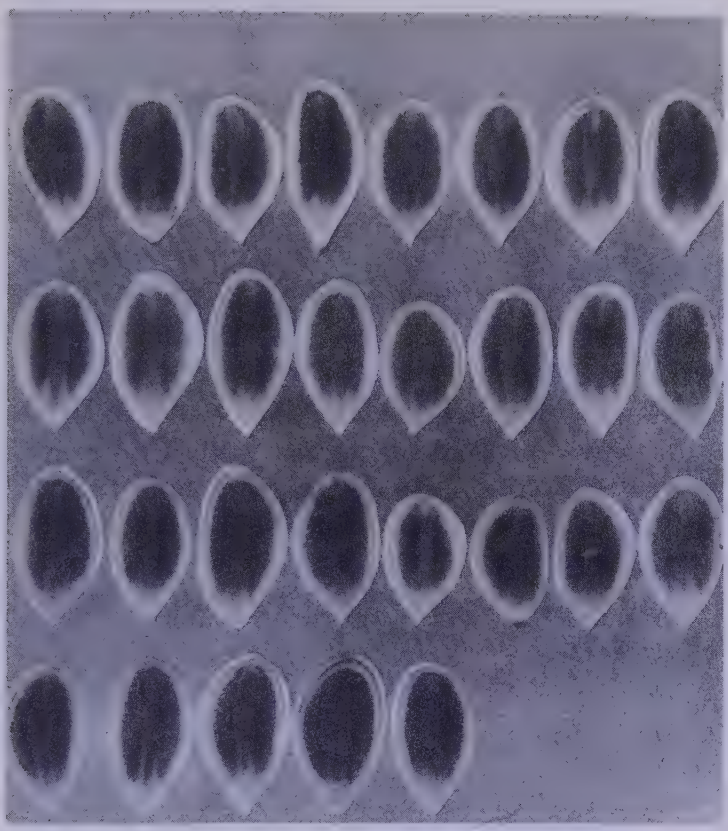


Fig. V. Embryokvalitet hos frö efter korsningen Z 4404 x X 4300.

Embryo development in seeds of the cross Z 4404 x X 4300.

Fig. VI. Tidiga utvecklingsstadier hos groddplantan.
Early development stages of the seedling.

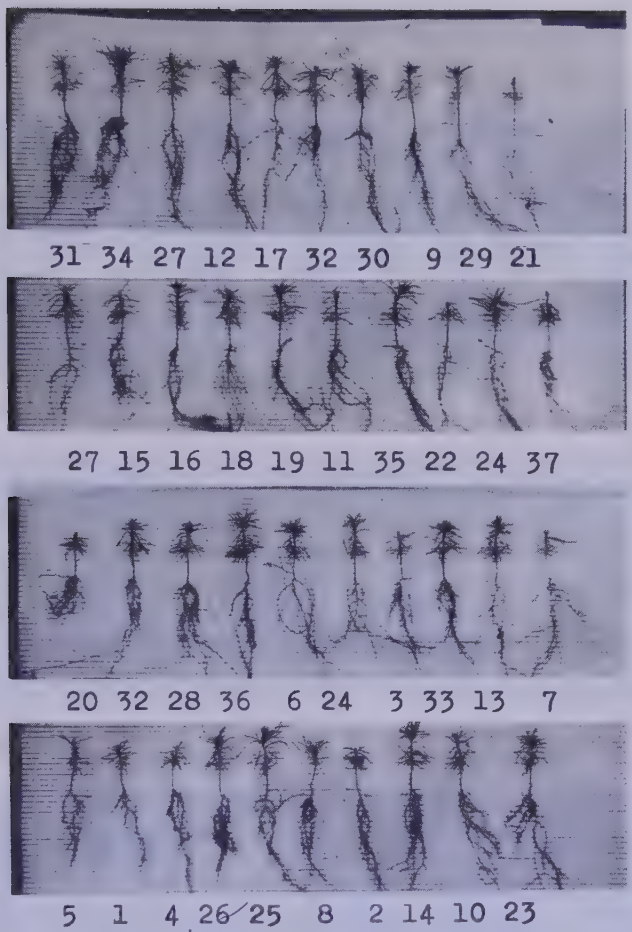
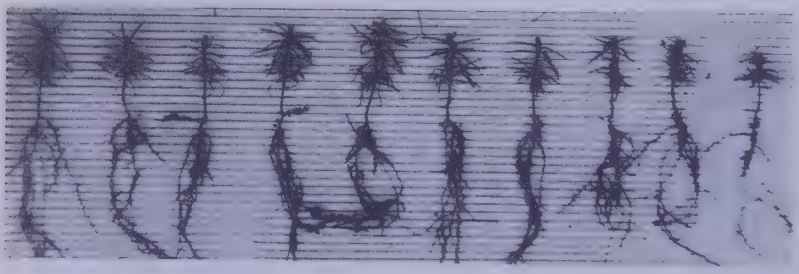


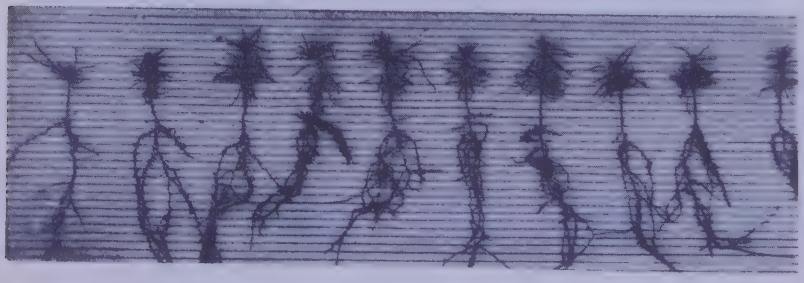
Fig. VII. Inomträdsvariation hos 1-årsplantor och sambandet med frövikt. Angivna siffror = rangordningen i frövikt (1 = lägsta frövikt).

Within-tree variation in 1-year-old seedlings and the relation to seed weight. The numbers given = the rankings in seed weight (1 = minimum seed weight).

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



11 12 13 14 15 16 17 18 19 20



21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

31 32 33 34 35 36 37 38 39 40

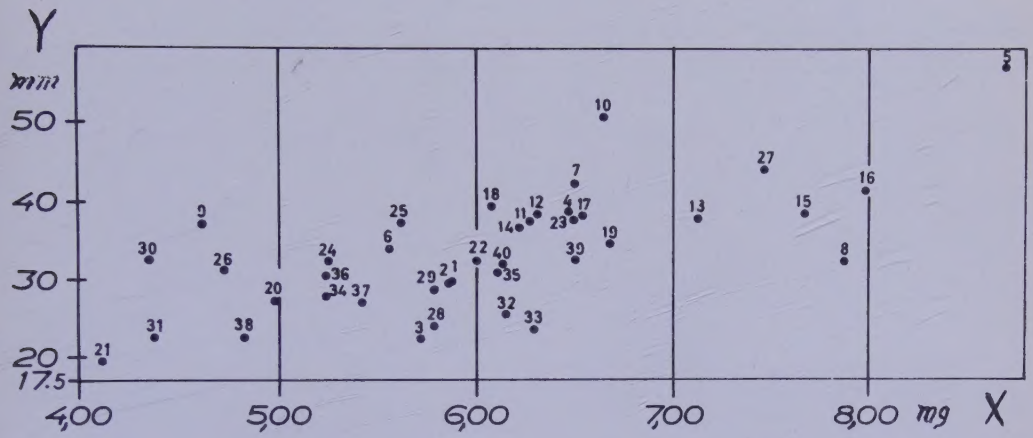


Fig. VIII. Inomträdsvariation hos 1-årsplantor och sambandet mellan frövikt (x) och epikotyllängd + 2:a årets toppskottslängd (y).

Within-tree variation in 1-year-old seedlings and the correlation between seed weight (x) and length of epicotyl + 2nd year terminal shoot (y).

OFFSETTRYCK
AKADEMISK MASKINSKRIFT
1967

WRETMANS, UPP